



## WORKING PAPERS

W.P. n. 30

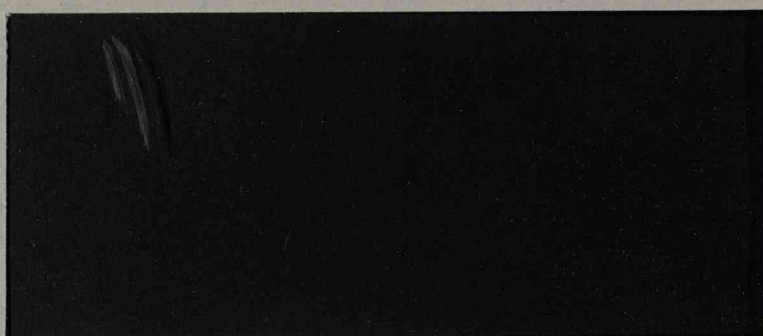
esistenti più importanti

al p

di r

**INTERRELAZIONI TRA LOCALIZZAZIONI E  
TRASPORTI: STATO DELL'ARTE E POSSIBILI  
LINEE DI SVILUPPO FUTURO**

*C.S. Bertuglia, G. Leonardi, S. Occelli, G.A. Rabino,  
R. Tadei*





W.P. n. 30

**INTERRELAZIONI TRA LOCALIZZAZIONI E  
TRASPORTI: STATO DELL'ARTE E POSSIBILI  
LINEE DI SVILUPPO FUTURO**

*C.S. Bertuglia, G. Leonardi, S. Occelli, G.A. Rabino,  
R. Tadei*

*Gennaio 1984*

*Studio condotto nell'ambito del P.F.T.*

*Sottoprogetto 2, contratto CNR-IRES n. 82.00450.93*





## INDICE

	Pag.
1. Obiettivo e natura dello studio	2
2. Approcci esistenti più importanti	3
3. Approcci al problema secondo il presente lavoro	19
4. Sviluppi di ricerca futura più promettenti	21
Riferimenti bibliografici	26

## INDICE

Pag.

1. Obiettivo e natura dello studio	3
2. Approcci esistenti più importanti	3
3. Approcci al problema secondo il presente lavoro	19
4. Sviluppi di ricerca futura più promettenti	21
Riferimenti bibliografici	26



# 1. Obiettivo e natura dello studio

L'obiettivo dello studio è il seguente: predisporre una analisi di fattibilità degli studi sulle interrelazioni localizzazioni - trasporti.

In altre parole, occorre:

- a. ricostruire lo stato dell'arte sulle interrelazioni localizzazioni - trasporti;
- b. individuare le linee emergenti di evoluzione di detto stato dell'arte;
- c. prospettare gli sviluppi futuri di ricerca più promettenti nel campo, allo scopo di creare le condizioni per una distribuzione più idonea degli sforzi di ricerca nel campo stesso.

Come è noto, le interrelazioni localizzazioni - trasporti sono numerose e complesse. Pertanto, l'articolazione dell'insieme dei fenomeni allo studio non può essere univoca né, a maggior ragione, può pretendersi che sia esaustiva. L'articolazione, che di seguito si propone, è una delle articolazioni possibili. Essa sembra largamente condivisibile ad una analisi sommaria delle tematiche emergenti dalle sperimentazioni nel campo (nonché, anche, alla luce dell'esperienza degli autori). In ogni caso, si ritiene che altre articolazioni potrebbero differire da quella qui di seguito proposta, solo, per varianti marginali. Ciò detto, l'analisi contempla la seguente articolazione dell'insieme dei fenomeni allo studio:

- a. interrelazioni tra localizzazioni delle attività produttive e flussi di merci;
- b. interrelazioni tra localizzazione dei servizi e spostamenti per la

loro fruizione;

- c. interrelazioni tra localizzazioni delle residenze e spostamenti per lavoro;
- d. interrelazioni tra localizzazioni e trasporti nel sistema urbano;
- e. interrelazioni tra forma urbana e trasporti.

Come è chiaro, numerosi sono i problemi teorici, metodologici e sperimentali che si pongono. Fin d'ora, si può anticipare che gli oggetti di ricerca futura più promettenti sembrano riconducibili ai seguenti tre grandi filoni:

- a. modelli di comportamento nelle scelte spaziali;
- b. meccanismi di dinamica ed evoluzione dei sistemi localizzazioni - trasporti;
- c. fondamenti di pensiero economico nell'interpretazione delle interrelazioni localizzazioni - trasporti.

## 2. Approcci esistenti più importanti

Il punto di partenza obbligato di una analisi, volta ad evidenziare i contributi più importanti che siano stati recati alla comprensione delle interrelazioni tra localizzazioni e trasporti, è costituito dall'economia urbana classica, come si è sviluppata a partire dal sec. XIX, e, in questo ambito, è costituito, in particolare, dalla scuola tedesca. Più precisamente, il punto di partenza obbligato è costituito da



von Thünen (1826) e dopo, da un lato, per le interrelazioni tra localizzazioni e trasporti, colte in modo diretto, nell'ordine, Weber (1909), Hoover (1948), per arrivare a Isard (1956, specialmente pp. 77-142 e 221-287) e, da un altro lato, per una teoria generale della localizzazione - che, implicitamente, in qualche modo tenga conto dei costi di trasporto -, nell'ordine, Christaller (1933), Palander (1935), Lösch (1940), per arrivare ad Isard (1956), Lefebvre (1958) e Greenhut (1963).

L'erede più naturale dell'indicata linea di sviluppo è Beckmann (1968) (\*). Però, Beckmann (1968)(\*) è, allo stesso tempo, un innovatore: l'innovazione fondamentale, recata da Beckmann, è quella di combinare sistematicamente le teorie geografiche ed economiche urbane, fino ad allora sviluppate, con gli strumenti concettuali e tecnici, che la Ricerca Operativa, a partire dalla fine degli anni quaranta, cominciava a mettere a disposizione della comunità scientifica.

E' così che, nei decenni successivi, le teorie geografiche ed economiche urbane fanno riconoscere molti ulteriori sviluppi e generalizzazioni. Ciò avviene ad opera di numerosi altri studiosi, oltre ad alcuni dei già citati (Isard e Beckmann). Al solo scopo di mettere alcuni punti fermi, ed ovviamente senza alcuna pretesa di completezza, si richiamano: Wingo (1961), Alonso (1964a) (\*\*), Richardson (1969a,

---

(\*) Ma, anche, Beckmann (1952, 1953, 1955, 1957, 1958, 1969, 1970, 1971, 1972, 1973a, 1973b, 1974, 1975, 1976a, 1976b, 1981a, 1981b) e, ancora, Beckmann e Marschak (1955), Beckmann e McPherson (1970), Beckmann e Schramm (1972), Beckmann e Buttler (1980), Golob e Beckmann (1971), Golob, Gustafsson e Beckmann (1973), Koopmans e Beckmann (1957).

(\*\*) Ma, anche, Alonso (1960, 1964b, 1967, 1971).



1969b, 1973a, 1973c, 1977b, 1978) (\*), Papageorgiou (ed.) (1976a) (\*\*), Fujita (1978) (\*\*\*), Puu (1978, 1979b, 1981a, 1981b, 1981c, 1982a) (\*\*\*\*), Kanemoto (1980b) (\*\*\*\*\*).

Parallelamente, e sostanzialmente a partire dagli anni sessanta, si è prodotto un poderoso sviluppo modellistico. A differenza dell' insieme di studi introdotto immediatamente sopra, fondato su precise scuole e teorie economiche, l'insieme di studi, del cui sviluppo si dice ora, ha avuto le sue radici in formulazioni quantitative di regolarità spaziali empiriche prive (almeno alla loro origine) di una vera e propria interpretazione economica, quali quelle della fisica sociale, del l'interazione spaziale e dei modelli gravitazionali.

In via di prima approssimazione, pare di poter dire che tale sviluppo modellistico, in parte, si è orientato verso la costruzione e la sperimentazione di modelli immediatamente operabili per la pianificazione e, in parte, verso la costruzione di approcci teorici alternativi a quelli strettamente neoclassici.

Il primo filone (quello della costruzione e della sperimentazione di modelli immediatamente operabili per la pianificazione) prende le mosse dal contributo pionieristico di Hansen (1959) e trova il suo ca-

---

(\*) Ma, anche, Richardson (1973b, 1977a).

(\*\*) Ma, anche, Papageorgiou (1971, 1976b, 1978, 1979, 1980, 1982, 1983) e, ancora, Papageorgiou e Mullally (1976), Papageorgiou e Thisse (1982), Papageorgiou e Smith (1983), Casetti e Papageorgiou (1971), Smith e Papageorgiou (1982).

(\*\*\*) Ma, anche, Fujita (1975, 1976a, 1976b, 1979, 1980, 1981a, 1981b, 1981c, 1982a, 1982b, 1983) e, ancora, Fujita e Kashiwadani (1976, 1982), Fujita e Ogawa (1982), Ogawa e Fujita (1979, 1980a, 1980b).

(\*\*\*\*) Ma, anche, Puu (1977, 1979a, 1982b, 1983).

(\*\*\*\*\*) Ma, anche, Kanemoto (1976, 1980a).



posaldo fondamentale nel modello di Lowry (1964) (\*) (\*\*). Il modello di Lowry è stato subito oggetto di rielaborazioni ed applicazioni. Fra le prime rielaborazioni, si richiamano quelle di Crecine (1964), Brothie (1965), Goldner e Graybeal (1965), Bay Area Simulation Study (1968), Crecine (1968), Goldner (1968), Echenique, Crowther e Lindsay (1969), Wilson (1970b), Batty (1971a), Echenique, Crowther e Lindsay (1971), Goldner, Rosenthal e Meredith

(\*) Per la verità, non si avrebbe alcuna difficoltà a riconoscere nel modello di Lowry il modello capostipite dell'intero poderoso sviluppo modellistico di cui si è detto. Infatti, è da Lowry che prende slancio e vigore questo campo di studi e, in questo senso, è vero quanto scritto all'inizio di questa nota. Tuttavia, per un'analisi più fine, quale in questo testo si vuol condurre, non è inopportuno circoscrivere il contributo di Lowry nel modo accennato nel testo.

Analogamente, se si vuole, si può, in qualche modo, considerare antenato del modello di Lowry l'elaborazione modellistica condotta sotto l'egida del Penn Jersey Transportation Study (Seidmann, 1964, 1969), all'interno della quale si sono avuti sviluppi settoriali importanti, quale il modello di Herbert e Stevens (1960), per il mercato delle abitazioni, ed anche quali i modelli per la localizzazione delle attività industriali, di servizio e quelli relativi alle infrastrutture di trasporto (per una trattazione più ampia, cfr.: Merlin, 1968, pp. 37-39). Inoltre, si possono considerare, in qualche modo, contemporanei del modello di Lowry, anche se costituiscono contributi meno globali, i modelli di Huff (1963, 1964), di Harris (1964) e di Lakshmanan ed Hansen (1965).

E' certo, però, che i modelli detti non hanno dato agli studi nel campo quell'impulso che, invece, è venuto dal modello di Lowry, impulso le cui ragioni sono state prontamente comprese da Goldner (1971).

(\*\*) Garin (1966) ha dato del modello di Lowry una versione matriciale, che è la versione alla quale si è fatto più spesso riferimento. D'altro canto, bisogna notare che, se la versione di Garin ha facilitato gli aspetti computazionali del modello di Lowry, accelerandone così la diffusione, essa ha anche posto nell'ombra, per lungo tempo, alcuni potenziali sviluppi più generali del modello, quali le non linearità derivanti dalla presenza di vincoli di spazio, che una versione in termini di algebra lineare non consente di trattare agevolmente.



(1971) (\*). Molti altri modelli, non ultimi alcuni modelli di Wilson (\*\*), potrebbero essere, in qualche modo, presentati come rielaborazioni del modello di Lowry. Così facendo, però, si perderebbero di vista le novità di alcuni contributi, in favore della sottolineatura della continuità. Per la finezza dell'analisi qui condotta, converrà presentarli altrimenti. Le applicazioni del modello di Lowry (o di sue varianti) sono state numerose e diversamente complesse. Fra le prime applicazioni, si richiamano quelle di Batty (1969a, 1969b), Echenique, Crowther e Lindsay (1969), Echenique et al. (1969), Batty (1970a), Cripps e Foot (1970), Echenique e Domeyko (1970), Masser (1970), Stubbs e Barber (1970), Barras et al. (1971), Echenique et al. (1973), Batty et al. (1974), Bertuglia e Rabino (1975), Christiansen (1975), Ayeni (1976), Ires (1976), Piasentin, Costa e Foot (1978) (\*\*\*) (\*\*\*\*).

Sia da parte di coloro che hanno proceduto ad applicazioni sia da parte di altri studiosi sono messi in evidenza limiti e semplificazioni del modello di Lowry e sono avanzate proposte per il loro supera-

---

(\*) Per una rassegna delle prime rielaborazioni (e dei primi sviluppi) del modello di Lowry, cfr.: Goldner (1971) e, con riferimento alla Gran Bretagna, Batty (1972c).

(\*\*) Come scrive lo stesso Wilson (1969a).

(\*\*\*) Alcune delle rielaborazioni e delle applicazioni citate vanno, in qualche modo, verso la dinamicizzazione; per questo motivo, oltre che qui, saranno richiamate anche più avanti.

(\*\*\*\*) Accanto al filone di studi modellistici che si richiamano, direttamente od indirettamente, al modello di Lowry, si riconoscono altri filoni di studi modellistici, che qui vengono trascurati. Tuttavia, si ritiene di dover almeno richiamare un altro filone di studi, di natura statistico-econometrica, con i modelli POLYMETRIC (Traffic Research Corporation, 1964) ed EMPIRIC (Hill, 1965, Hill, Brand ed Hansen, 1966) (per una trattazione più ampia, ed in particolare per la reciproca collocazione dei due modelli ora introdotti, cfr.: Merlin, 1968, p. 39).



mento. Anche in questo caso, ci si limita a citare solo i lavori che, per primi, si muovono sulla linea detta: Cripps e Foot (1969), Batty (1970b), Broadbent (1970).

Il secondo filone (quello della costruzione di approcci teorici al ternativi a quelli strettamente neoclassici) prende le mosse dall'ap-  
proccio di Wilson, il quale si impone subito sia per l'impatto che ha sugli sviluppi di studio successivi sia per il vigore innovativo che possiede: si tratta dell'introduzione del principio di massimizzazione dell'entropia. Il messaggio fondamentale, lanciato da Wilson, consiste nel rilevare la necessità e nell'aprire strade per rilassare il determi-  
nismo e la razionalità perfetta, implicate dalla teoria neoclassica, ed introdurre aspetti più realistici (anche di natura stocastica). In que-  
sta direzione, si collocano già alcuni dei primi lavori di Wilson (1967, 1969a, 1969b, 1969c), per poi arrivare a Wilson (1970a, 1971) e, naturalmente, a Wilson (1974).

Anche sulla spinta dei contributi di Wilson, si aprono alcune di rezioni di ricerca per implementare i modelli di interazione spaziale, ma talora anche per pervenire ad una loro migliore conoscenza. Fra i primi contributi verso l'implementazione si citano quelli, relativi alla calibrazione, di Mackie (1971), Batty e Mackie (1972), Batty et al. (1973), Cesario (1973), Massey (1973), Kirby (1974), Baxter e Wil-  
liams (1975), Putman (1977), Putman e Ducca (1978a, 1978b) e quel-  
li, relativi all'articolazione dell'area di studio in zone, di Broadbent (1969a, 1969b, 1970), Batty (1973), Batty et al. (1973), Batty e Masser (1975), Beardwood e Kirby (1975), Masser, Batey e Brown (1975), Openshaw (1977, 1978). In ogni caso, importante punto di a vanzamento e di sistemazione in queste direzioni (ed anche in altre) è Batty (1976). Fra i primi contributi verso una migliore conoscenza dei modelli in oggetto si citano quelli, relativi all'interpretazione dei



modelli di interazione spaziale in termini di programmazione matematica, di Wilson e Senior (1974), Nijkamp (1975a), Brotchie, Lesse e Roy (1979), quelli, relativi all'estensione del principio della massimizzazione dell'entropia a nuovi settori, di Macgill (1977), Macgill e Wilson (1979), e quelli, relativi alla conciliazione tra economia urbana classica e modelli di interazione spaziale, di Anas (1978, 1979, 1982).

Dopo l'introduzione del principio di massimizzazione dell'entropia, dovuto a Wilson, un altro importante sviluppo, per certi versi parallelo a quello sopra richiamato e per altri versi confluyente in esso, è quello delle diverse interpretazioni economiche dei modelli di interazione spaziale. Tali interpretazioni, in linea di massima, sono organizzabili in due gruppi:

- a. gli approcci macroeconomici. A questo gruppo si riconducono i modelli derivati dalla massimizzazione del surplus del consumatore e quelli basati sulla efficienza rispetto ai costi;
- b. gli approcci microeconomici. Questo gruppo consiste nella famiglia di modelli basati sulla teoria delle utilità casuali.

Per quanto concerne il principio di massimizzazione del surplus del consumatore, esso è stato introdotto da Neuburger (1971), Cochrane (1975) e sviluppato principalmente in Coelho e Wilson (1976), Coelho e Williams (1978) ed in Coelho (1979).

Un approccio, sostanzialmente equivalente a quello della massimizzazione del surplus del consumatore, è quello della massimizzazione dell'accessibilità, sviluppato in Leonardi (1978).

Per quanto concerne il principio dell'efficienza rispetto ai costi, esso è stato sviluppato in Smith (1978a, 1978b, 1983).

Per quanto concerne la teoria delle utilità casuali, questo è forse



il più importante tentativo di dare fondamenti economici ai modelli di interazione spaziale e, sia per la ricchezza della produzione sia per la portata applicativa, è il più direttamente paragonabile all'approccio entropico di Wilson. L'approccio in oggetto trae le sue origini dai lavori di Thurstone (1927) e di Luce (1959) ed è stato esteso ai trasporti ed al contesto urbano in generale nei lavori di McFadden (1973), Manski (1973), Ben-Akiva (1974), McFadden (1974), Domencich e McFadden (1975), Lerman (1975), Manski (1975), McFadden (1976), Manski (1977), Manski e Lerman (1977), Brotchie (1978), McFadden (1978), Ben-Akiva e Lerman (1979), Brotchie (1979), Daganzo (1979), Lerman e Manski (1979), Manski e McFadden (1979), de Palma e Ben-Akiva (1981), Leonardi (1981b, 1982a, 1982b), Smith (1982) (\*).

Va notato che - nonostante le differenze, spesso anche notevoli, nei fondamenti teorici - tutti gli approcci sopra citati si possono considerare equivalenti tra loro ed equivalenti, anche, al principio della massimizzazione dell'entropia, e ciò per quanto attiene ai model-

---

(\*) Forse, non si può trascurare che, in parallelo alla teoria delle utilità casuali, si pone la teoria assiomatica della scelta (Smith, 1975a, 1975b, 1976a, 1976b). Per la sua collocazione, rispetto alla teoria delle utilità casuali, si rinvia a Williams e Wilson (1980). In ogni caso, i detti autori riconducono le differenze agli autori che ne sono, alla lontana, gli ispiratori: per la teoria delle utilità casuali, nella versione richiamata nel testo, Thurstone (1927); per la teoria assiomatica della scelta, Luce (1959).

Analogamente, forse, non si può trascurare che, accanto alla versione qui richiamata della teoria delle utilità casuali, si riconosce un'altra versione, la quale può essere ricondotta (Williams e Wilson, 1980) a Quandt (1968), Niedercorn e Bechdolt (1969), Beckmann (1971), Beckmann e Golob (1971), Golob e Beckmann (1971), Golob, Gustafsson e Beckmann (1973).



li generati. In effetti, tutti gli approcci finora discussi, incluso quello della massimizzazione dell'entropia, portano, sotto ipotesi abbastanza generali, a modelli di scelta e di interazione spaziale della forma nota come modello logit.

Ne consegue che il modello logit è coerente sia con ipotesi puramente aggregate e non economiche, quali la massimizzazione dell'entropia nella sua interpretazione meccanico-statistica (Wilson, 1970a, Leonardi, 1977) (\*), sia con ipotesi macroeconomiche, quali il principio della massimizzazione del surplus del consumatore e quello della efficienza rispetto ai costi, sia, infine, con ipotesi microeconomiche, quali quelle proposte dalla teoria delle utilità casuali. Questa equivalenza è stata dimostrata da diversi autori; fra gli altri, da: Coelho e Wilson (1977), Williams (1977), van Lierop e Nijkamp (1979), Coelho (1983).

Un'altra assunzione restrittiva dell'approccio neoclassico, per la verità condivisa da molti modelli di interazione spaziale, e cioè quella dell'equilibrio (\*\*), è stata oggetto di tentativi di rilassamento da parte di molti studiosi delle interazioni localizzazioni - trasporti.

---

(\*) Va notato che l'analogia meccanico-statistica non è l'unica interpretazione in uso del principio della massimizzazione dell'entropia. Lo stesso Wilson (1970a) ne discute l'interpretazione in termini di teoria dell'informazione, la quale è preferita e sviluppata da vari autori, tra i quali Erlander (1977, 1980) e Webber (1979). L'entropia è anche usata, senza vere e proprie giustificazioni teoriche, come accorgimento empirico per introdurre una dispersione realistica nei modelli di localizzazioni e trasporti. Il migliore esempio di ciò è rintracciabile in lavori di Boyce et al. (1981a, 1981b).

(\*\*) Si fa osservare che l'approccio statico, nei fatti, trascura non tanto la dimensione temporale dei problemi quanto, piuttosto, i fattori causali dell'evoluzione temporale.



In questo campo, si possono distinguere due linee di avanzamento verso la soluzione del problema (che è quello di mostrare come le situazioni si trasformino), le quali si collocano in due epoche sostanzialmente successive.

Nella prima linea di avanzamento, è stata considerata la dinamica di fenomeni interagenti tra loro in modo lineare (o, in altri termini, in cui la variazione di una grandezza è funzione lineare di altre grandezze).

Nella seconda linea di avanzamento, è stata considerata, invece, la dinamica di fenomeni interagenti tra loro in modo non lineare  $\bar{f}$  o, in altri termini, in cui la variazione di una grandezza è funzione non lineare di altre grandezze (\*)  $\bar{f}$ . Essa si fonda sull'esigenza di analizzare i meccanismi endogeni che provocano interazioni tra i diversi attori e tensioni tra i diversi processi, che concorrono a configurare il sistema urbano: da qui le non linearità nella struttura delle transizioni di stato.

---

(\*) Forse, non va trascurato che, all'inizio, la spinta ad abbandonare l'ipotesi dell'equilibrio, od a cercare di introdurre in qualche modo il cambiamento, ha dato luogo alla produzione di modelli nei quali la dimensione temporale appare solo come accorgimento per la descrizione di un processo, essenzialmente, di statica comparata (in fondo, l'analisi comparata confronta stati di equilibrio diversi senza considerare come avvengano le transizioni da uno stato all'altro). Per esempio, ciò è quello che è stato fatto all'inizio con il - o a partire dal-modello di Lowry (Crecine, 1964, 1968, 1969a, 1969b, Seidman, 1969, Dickey, Leone, Schwarte, 1971, Batty, 1972a, 1972b, Sharpe et al., 1974, Bertuglia e Rabino, 1975, Sharpe, Brotchie et Ahern, 1975, Ayeni, 1976, IRES, 1976).

Per una analisi del passaggio dalla statica comparata alla dinamica, cfr.: Wilson (1978a, 1978c). Per una discussione approfondita del senso e della portata dell'espressione "dinamica", cfr.: Martin, Thrift e Bennett (eds.) (1978) (particolarmente, l'introduzione dovuta agli stessi curatori del volume).



Posto che, per quanto attiene la discussione di questioni preliminari e di problemi generali relativamente alla costruzione di modelli dinamici, si possono richiamare, fra gli altri, Batty (1971b), Corday-Hayes (1972), Wilson (1974), Nijkamp (1975b), Wilson (1976b, 1977), Williams e Wilson (1978), Wilson e Macgill (1978), nella prima linea di avanzamento verso la soluzione del problema si collocano: Forrester (1969) ed altri studiosi che applicano il modello di Forrester, introducono cambiamenti nello stesso modello e, comunque, procedono sulla strada così aperta /Kain, 1969, Babcock, 1970, Garn e Wilson, 1970, Kadanoff, 1971, Batty, 1972a, Burdekin e Marshall, 1972, gli autori dello Special Issue on Urban Dynamics di IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, april 1972, Chen (ed.), 1972, Chen, 1973, Mass. (ed.), 1974, Schroeder III, Sweeny ed Alfeld, 1975, Alfeld e Graham, 1976, Beumer et al., 1978, ed altri ancora/. In detta linea di avanzamento si collocano anche, tranne che per un aspetto, il modello di Torino (Bertuglia et al., 1980, 1982, Bertuglia, Gallino et al., 1983a, 1983b, Bertuglia, Occelli et al., 1983) ed il modello di Dortmund (Wegener, 1981, 1982, 1983) (l'aspetto per il quale i due citati modelli si sottraggono a questa linea, ed invece si collocano in quella indicata come seconda linea di avanzamento verso la soluzione del problema, è il trattamento del sottosistema residenziale) (\*).

Nella seconda linea di avanzamento verso la soluzione del problema, si individuano alcune tendenze distinte, vuoi, per tipo di approccio al problema e, vuoi, per oggetti di interesse.

---

(\*) Per quanto concerne gli studi sulla popolazione, che, nell'ambito delle scienze regionali, sono certamente quelli più strettamente interrelati con gli oggetti di questo studio, si collocano in questa linea: Rogers (1971, 1975) e l'importante scuola di studi che al detto autore si richiama.



Alcune di tali tendenze sono dirette generalizzazioni dinamiche di tematiche classiche della geografia e delle scienze regionali; ad esempio, le generalizzazioni dinamiche della teoria dei luoghi centrali (Curry, 1969, White, 1977, 1978, Wilson, 1978b, Allen e Sanglier, 1979a, 1981a), l'uso della teoria della diffusione nei suoi vari aspetti (Curry, 1978, 1982, Ralston, 1983, Sonis, 1983), le versioni dinamiche dell'assetto ottimale dell'uso del suolo (Isard e Liossatos, 1972, Domanski, 1973, Isard e Liossatos, 1975, 1979).

Altre delle dette tendenze si rifanno a teorie matematiche o fisico-matematiche sviluppate in tempi recenti, che vengono trasferite all'analisi della dinamica dei fenomeni territoriali. A questo proposito, è interessante notare, che la produzione, nell'ambito di tali tendenze, vede come autori sia nomi già noti nel campo delle scienze regionali, sia nomi nuovi, di estrazione, appunto, fisico-matematica. Un ruolo predominante spetta al vasto gruppo di lavori ispirati alla teoria delle catastrofi, la quale viene proposta, per l'analisi a livello urbano complessivo, da Amson (1974, 1975), Casti e Swain (1975), Amson (1977), Clarke e Wilson (1983a, 1983b) e, per l'analisi dello sviluppo e declino economico generale, da Casetti (1981a, 1981b). Ma lo sviluppo più poderoso si ha per l'analisi della dinamica di sottosistemi urbani e, in particolare, del sottosistema terziario ad opera di Wilson (1976a, 1978b, 1978c, 1979a, 1979b, 1979c, 1981a, 1981b), Poston e Wilson (1977), Harris e Wilson (1978), Wilson e Clarke (1979), Beaumont, Clarke e Wilson (1981a, 1981b), Harris, Choukroun e Wilson (1982), nonché di Lombardo e Rabino (1983a, 1983b), Rijk e Vorst (1983). Un secondo gruppo di lavori si ispira, per analogia, a modelli di origine ecologica e, in particolare, ai modelli di competizione tra specie, ponendo in generale l'accento sugli aspetti di stabilità od instabilità strutturale. In particolare, si citano: Dendrinós



(1977, 1978, 1979, 1980a, 1980b, 1981, 1982), Dendrinis e Mullally (1981a, 1981b), nonché Day (1981), Monaco e Rabino (1983). Un terzo gruppo di lavori si ispira alle teorie dei processi dissipativi della scuola di Bruxelles, tentando di estendere le applicazioni all'analisi dei sistemi urbani. In particolare, si citano: Allen et al. (1978, 1979a, 1979b, 1982), Allen e Sanglier (1978, 1979b, 1981b), Allen, Boon e Sanglier (1980), Crosby (1983). Un quarto gruppo di lavori si può ricondurre alle idee sviluppate nella teoria dei processi sinergetici, che viene estesa all'analisi della dinamica delle interazioni sociali e spaziali. Va, tuttavia, precisato che, per somiglianza di approccio, all'interno di questo gruppo sono collocati, anche, contributi di autori non di derivazione sinergetica, ma piuttosto operanti nel campo delle scienze urbane e regionali. Va, inoltre, ancora precisato che vi è una sostanziale differenza tra il tipo di processi dinamici considerati in questo gruppo, essenzialmente legati a dinamiche veloci (ad esempio, la mobilità della popolazione) ed i processi dinamici considerati nei gruppi precedenti, essenzialmente legati a dinamiche lente (ad esempio, i mutamenti negli stock abitativi o di servizi). In particolare, si citano: Bertuglia e Leonardi (1979), Weidlich ed Haag (1980), Leonardi e Campisi (1981), Haag ed Weidlich (1983), Leonardi (1983)<sup>1</sup>, Weidlich ed Haag (1983) (\*) (\*\*).

Come già emerge da quanto precede, si sottolinea che lo svilup-

---

(\*) Come già detto, per un aspetto (il trattamento del sottosistema residenziale), si collocano qui sia il modello di Torino (Bertuglia et al., 1980, 1982, Bertuglia, Gallino et al., 1983a, 1983b, Bertuglia, Occelli et al., 1983) sia il modello di Dortmund (Wegener, 1981, 1982, 1983).

(\*\*) Per quanto concerne gli studi sulla popolazione, si collocano in questa linea: Rees e Wilson (1977), Ledent (1978), Okabe (1979), Sikdar e Karmeshu (1982), Sheppard (1983c).



po degli studi di questa seconda linea di avanzamento verso la soluzione del problema, sviluppo sempre più ampio come pure si trae dai riferimenti introdotti, è stato stimolato, anche, dallo sviluppo parallelo, in altre scienze, degli strumenti matematici atti ad analizzare processi dinamici non lineari: in via di estrema sintesi, il riferimento è, in primo luogo, alla topologia differenziale (Chillingworth, 1976), comprendendo in ciò, come di particolare importanza, la teoria delle catastrofi (Thom, 1972), ma anche alla teoria dei processi dissipativi (Nicolis e Prigogine, 1977) ed alla teoria dei processi sinergici (Haken, 1977).

Una critica più generale, e di fondo, alle assunzioni neoclassiche è stata portata da studiosi di economia urbana, i quali hanno proposto paradigmi economici alternativi per l'analisi della questione urbana in generale, e, in particolare, per l'analisi delle relazioni localizzazioni - trasporti. Tra tali paradigmi alternativi, il più fecondo pare essere quello neomarxiano (o neoricardiano), discendente dal filone, essenzialmente non spaziale, di Sraffa (1960), Garegnani (1970), Spaventa (1970), Morishima (1973), Pasinetti (1974, 1977), Steedman (1977), Pasinetti (1981), Steadman e Sweezy (eds.) (1981), e recentemente sviluppato, in ambito spaziale, da Scott (1976, 1979, 1980, 1982) e poi, ancora, da Sheppard (1981, 1983a, 1983b).

Un altro filone di contributi non neoclassici, che si potrebbero in generale definire non walrasiani (anche se, però, con forti differenziazioni al loro interno), è quello costituito, ad esempio, per i modelli statici, dai lavori di Drèze (1975) e Benassy (1975) e, per i modelli dinamici, dai lavori di Varian (1975), Kornai e Weibull (1978), Weibull (1983). Tuttavia, va osservato che, a differenza della scuola neomarxiana prima citata, in questo filone non è ancora apparso uno



sforzo volto ad introdurre esplicitamente la dimensione spaziale.

A latere dell'evoluzione del pensiero scientifico e della connessa produzione di teorie esplicative, di cui nelle pagine precedenti si è cercato in qualche modo di dare un'idea, si è avuto anche un notevole sviluppo di tecniche normative, volte cioè all'ottimizzazione ed al controllo, piuttosto che alla comprensione - in quanto tale - dei sistemi di interrelazioni localizzazioni - trasporti.

Da un lato, non si può non richiamare il poderoso contributo della Ricerca Operativa, la quale ha sviluppato, in particolare, modelli con soli costi di trasporto [per una rassegna (\*), cfr.: Eilon, Watson - Gandy e Christofides, 1971, Handler e Mirchandani, 1979, Halpern e Maimon, 1982, Coelho, 1983, Hansen e Thisse, 1983], modelli anche con costi di impianti a rendimenti crescenti (per una rassegna, cfr.: ReVelle, Marks e Liebman, 1970, Francis e Goldstein, 1974, Bartezzaghi, 1979, Coelho, 1983), modelli con vincoli tecnologici (per una rassegna, cfr.: Salkin, 1975, ReVelle, Cohon e Shobrys, 1981, Coelho, 1983), modelli con non perfetta razionalità del decisore (per una rassegna, cfr.: Leonardi, 1978, Leonardi 1981a, Palermo, 1981, Wilson et al., 1981, l'intero numero 3, 3 di Sistemi Urbani, 1981, Coelho, 1983), modelli con obiettivi multipli (Haimes, 1977, Nijkamp, 1977, Nijkamp e Spronk, 1981, ReVelle, Cohon e Shobrys, 1981, l'intero numero 3, 3 di Sistemi Urbani, 1981).

Da un altro lato, non si può non ricordare lo sviluppo di metodi di aiuto della decisione - e, in particolare, di valutazione - nei

---

(\*) In questo e nei casi immediatamente successivi, i riferimenti bibliografici concernono, come sottolineato, testi aventi il carattere di rassegne; ciò allo scopo di contenere, entro limiti ragionevoli, il numero degli stessi riferimenti bibliografici.



processi di localizzazione. Nell'ambito del presente lavoro, non è possibile, senza recare disturbo all'economia dello stesso, articolare in modo sistematico il campo. Piuttosto, è possibile, e può essere utile, un richiamo, in particolare, ai metodi che tentano di collegare l'efficienza e la logica dell'ottimizzazione con il soddisfacimento (secondo Simon, 1955) dei decisori: si collocano qui il Goal programming (Charnes e Cooper, 1961) e, più recentemente, l'ottimizzazione vettoriale (Geoffrion, 1968, Zeleny, 1974), i metodi basati sulle strutture non dominate (Yu, 1973a), i metodi basati sulle relazioni di surclassamento e sulla nuova assiomatica di Roy (1973, 1974, 1975b, 1976, 1977, 1979a, 1979b). Occorre precisare che, pur essendo basato sul soddisfacimento, il Goal programming si può considerare più una modificazione della strategia razionale che non la costruzione di un approccio pluralistico; inoltre, non sembra basato sul comportamento del decisore (cfr.: Ostanello, 1980). Nella nuova direzione, invece, si muovono esplicitamente i Metodi interattivi, rientranti nel cosiddetto "approccio ibrido": inserimento del comportamento del decisore nel modello (Aubine e Naslund, 1972, Geoffrion, Dyer e Feinberg, 1972, Steuer, 1977, Nijkamp e Spronk, 1979). Una strategia comune a questi metodi è quella di presentare al decisore una successione di nuove alternative, chiedendogli informazioni di preferenza. Questi metodi puntano sul processo attraverso il quale una soluzione è raggiunta, piuttosto che sulla decisione stessa (\*). Il modello è visto come

---

(\*) La convergenza su una soluzione è facilitata, in molti di questi metodi, dall'avere a disposizione un "punto di riferimento": la "soluzione perfetta" di Geoffrion e Dyer (Geoffrion, Dyer e Feinberg, 1972), il "punto di utopia" di Yu (1973b), il "punto di mira" di Roy (1975a, 1975b), l'"ideale" di Zeleny (1976). Questo punto di riferimento può essere ridefinito attraverso il processo interattivo: "punto di mira evolutivo" di Roy (1975a, 1975b), "ideale spostato" di Zeleny (1976).

un metodo di sostegno del processo di soluzione del problema del decisore.

### 3. Approcci al problema secondo il presente lavoro

In ordine alle interrelazioni localizzazioni-trasporti, dall'analisi condotta al punto precedente emergono, come particolarmente feconde e suscettibili di sviluppi futuri, tre linee di evoluzione. Esse consistono:

- a. per quel che concerne le assunzioni comportamentistiche, nel passaggio da modelli deterministici a modelli stocastici;
- b. per quel che concerne la struttura spazio-temporale del sistema di interrelazioni allo studio, nel passaggio da modelli statici a modelli dinamici;
- c. per quel che concerne i fondamenti di pensiero economico alla base dell'interpretazione delle interrelazioni allo studio, nel confronto tra teoria neoclassica e teoria della nuova economia urbana, da un lato, e teoria neomarxiana (o neoricardiana), dall'altro.

Queste tre linee di evoluzione, se perseguite, comporteranno mutamenti, più o meno sostanziali, sia nel modo di analizzare i diversi fenomeni connessi alle interrelazioni localizzazioni-trasporti sia negli approcci tradizionalmente usati per affrontare i problemi teorici e metodologici ad essi inerenti. Nel lavoro sono stati rivisti in questa luce i fenomeni di interrelazione tra localizzazioni e trasporti secondo l'articolazione introdotta in 1., avendo cura non



solo di fare il punto dello stato dell'arte, ma anche di cogliere il possibile impatto delle linee di evoluzione sopra introdotte. Inoltre, all'interno della vasta gamma di problemi teorici e metodologici individuali nella descrizione di un sistema di interrelazioni localizzazioni- trasporti, è stata fatta una selezione di tre problemi, che si possono considerare come punti chiave nella comprensione del comportamento statico e dinamico di tali sistemi:

- a. i modelli di comportamento nelle scelte spaziali;
- b. i meccanismi di formazione e differenziazione spaziale dei prezzi;
- c. la struttura tecnologica delle transazioni intersettoriali ed i meccanismi di produzione e consumo.

#### 4. Sviluppi di ricerca futura più promettenti

In questa breve conclusione, si prospetteranno gli orientamenti emergenti in ordine alle linee di ricerca che, negli anni a venire, sarebbe utile privilegiare (opportunamente concentrando l'impegno di studio), allo scopo di compiere significativi passi in avanti.

Gli orientamenti concerneranno i seguenti oggetti di studio:

1. analisi della struttura dinamica dei sistemi localizzazioni-trasporti;
2. valutazione e controllo della performance dei sistemi localizzazioni-trasporti;
3. relazioni tra comportamenti individuali e comportamento collettivo nei sistemi localizzazioni-trasporti.

Per ciascuno degli oggetti di studio, l'esposizione sarà articolata come segue:

- a. i problemi da affrontare (alla luce dell'accertato stato dell'arte) e, in relazione a ciò, il quadro generale degli studi da promuovere;
- b. gli sviluppi metodologici necessari;
- c. l'articolazione degli studi secondo fasi.

Analisi della struttura dinamica dei sistemi localizzazioni-trasporti:

- a. secondo quanto emerge dallo stato dell'arte, sono stati sviluppati modelli di dinamica degli stock che, però, trascurano la dinamica dei flussi [Harris e Wilson (1978), Allen e Sanglier (1979a), Wilson e Clarke (1979), Allen e Sanglier (1981a), Wilson (1981b), Clarke e Wilson (1983a), Lombardo e Rabino (1983a), Wilson (saggio nel libro conclusivo di questo lavoro, in corso di stampa)]. Così pu



re, sono stati sviluppati modelli di dinamica dei flussi che, però, trascurano la dinamica degli stock [Leonardi e Campisi (1981), Weidlich ed Haag (1983), de Palma e Lefèvre (saggio nel libro conclusivo di questo lavoro), Leonardi (saggio nel libro conclusivo di questo lavoro), Weibull (saggio nel libro conclusivo di questo lavoro)]. Per l'interazione tra dinamica degli stock e dinamica dei flussi, lo stato dell'arte è molto meno soddisfacente, anche se esiste qualche tentativo settoriale interessante (per esempio, Snickars, 1978). Se ne trae che, dal punto di vista dell'importanza applicativa, l'impegno di studio va concentrato, essenzialmente, nello sviluppo di teorie e modelli della dinamica congiunta degli stock e dei flussi, sia per alcuni sottosistemi del sistema urbano (per esempio, quello residenziale) sia per il sistema urbano complessivo. Inoltre, appare necessario intensificare l'impegno di studio in direzione della costruzione di modelli che tengano conto della dinamica delle infrastrutture di trasporto. Infatti, non esistono modelli che tengano conto della dinamica delle infrastrutture di trasporto nelle interazioni stock-flussi, a parte alcune prime indicazioni date in Wilson (1983). Inoltre, ancora, un oggetto non trascurabile, in questo contesto, è l'analisi delle interrelazioni tra dinamica dei sistemi ed innovazione delle sottostanti strutture tecnologiche. Si tratta di un problema che presenta diversi aspetti, quali, fra l'altro, la diffusione dell'informazione (Ralston, 1983), la competizione tra tecnologie alternative (Sonis, 1983), il ruolo della ricerca tecnologica nell'apparato produttivo (Nijkamp, 1983);

- b. per gli sviluppi metodologici, appare che una linea fondamentale sia quella di sviluppare, in tutte le direzioni, l'analisi delle non linearità (in particolare, dei fenomeni di sinergia) e che un'altra linea fondamentale sia quella di sviluppare, in tutti questi sistemi dinamici, l'analisi delle componenti stocastiche (de Palma e Lefèvre, saggio

nel libro conclusivo di questo lavoro, per le implicazioni sull'analisi dinamica, e Smith, saggio nel libro conclusivo di questo lavoro, per le implicazioni sull'analisi del comportamento dei singoli attori);

c. quanto all'articolazione degli studi, si riconoscono le seguenti fasi;

c.1. approfondimento teorico della struttura dei modelli, con particolare riferimento all'interazione sia tra i diversi sottosistemi sia tra stock e flussi;

c.2. predisposizione degli strumenti statistici e di calcolo, necessari sia alla verifica empirica sia all'implementazione dei modelli;

c.3. sperimentazione comparata con le osservazioni di diversi sistemi urbani.

Valutazione e controllo della performance dei sistemi localizzazioni-trasporti:

a. secondo quanto emerge dallo stato dell'arte, esistono tecniche di valutazione e di ottimizzazione, ben sviluppate, per i sistemi statici in equilibrio [Coelho e Williams (1978), Wilson et al. (1981), Beaumont (saggio nel libro conclusivo di questo lavoro), Colorni (saggio nel libro conclusivo di questo lavoro), Voogd (saggio nel libro conclusivo di questo lavoro)]; per i sistemi dinamici, lo stato dell'arte è soddisfacente per i sistemi economici aggregati, ma carente per quanto concerne i sistemi disaggregati spazialmente (un tentativo di applicare metodi di ottimizzazione e controllo dinamico a sistemi disaggregati spazialmente è quello di Fujita, 1978);

b. per gli sviluppi metodologici, bisogna partire dalla considerazione



che il problema del controllo di un sistema dinamico è qualitativa - mente diverso dal problema della semplice ottimizzazione di un sistema statico, in quanto implica sì l'uso di tecniche di ottimizzazione (programmazione dinamica e controllo ottimale), ma pone anche questioni di stabilità strutturale, di adattività e di autoregolazione. Ciò che, quindi, occorre promuovere è:

- una analisi più approfondita dell'uso delle tecniche di ottimizzazione dinamica;
- l'introduzione di meccanismi adattivi ed autoregolatori nei sistemi localizzazioni-trasporti;
- l'individuazione di meccanismi e strumenti opportuni per il controllo dei mutamenti strutturali;

c. quanto all'articolazione degli studi, si riconoscono le seguenti fasi:

c.1. approfondimento teorico delle peculiarità dei problemi individuati sub b., con particolare riferimento ai sistemi localizzazioni-trasporti;

c.2. predisposizione delle tecniche necessarie per la simulazione dei meccanismi di controllo dei sistemi dinamici; in particolare, per la simulazione della performance dei meccanismi adattivi ed autoregolatori.

Relazioni tra comportamenti individuali e comportamento collettivo nei sistemi localizzazioni-trasporti:

- a. secondo quanto emerge dallo stato dell'arte, esistono sia teorie microscopiche (Beckmann e Papageorgiou per una gran parte della loro attività di ricerca, quale emerge, tra l'altro, dai saggi nel libro

conclusivo di questo lavoro) sia teorie macroscopiche (Wilson e Shepard per una gran parte della loro attività di ricerca, quale emerge, tra l'altro, dai saggi nel libro conclusivo di questo lavoro) dei comportamenti degli attori dei sistemi urbani. Non esiste, invece, un trattamento, altrettanto approfondito, delle interazioni tra i due livelli, anche se lavori in tal senso sono stati recentemente condotti da de Palma, Leonardi e Smith, come emerge, tra l'altro, dai saggi nel libro conclusivo di questo lavoro;

b. per gli sviluppi metodologici, occorre approfondire lo studio:

b.1. della sensitività del comportamento di un sistema a livello macro rispetto ad ipotesi diverse sui comportamenti microscopici;

b.2. degli effetti sui comportamenti microscopici di vincoli e di interazioni a livello macro;

b.3. del ruolo della dimensione temporale nei comportamenti microscopici (processi di apprendimento adattivo);

c. quanto all'articolazione degli studi, si riconoscono le seguenti fasi:

c.1. approfondimento teorico di quanto sub b.; in primo luogo, ed in particolare, di quanto sub b.1.;

c.2. verifica sperimentale di quanto sub b.; in primo luogo, ed in particolare, di quanto sub b.2..



Riferimenti bibliografici

- Alfeld L.E., Graham A.K. (1976) *Introduction to Urban Dynamics*, Wright-Allen Press, Cambridge, Mass..
- Allen P.M., Boon F., Sanglier M. (1980) A Dynamic Model of Interurban Evolution, Report to the Department of Transportation, U.S.A., Under contract TSC-1640, Interim Report II, Department of Transportation, Cambridge, Mass..
- Allen P.M., Deneubourg J.L., Sanglier M., Boon F., de Palma A. (1978) The Dynamics of Urban Evolution, Volume 1: Interurban Evolution, Volume 2: Intraurban Evolution, Université of Brussels, Final Report prepared for U.S. Department of Transportation, Research and Special Programs Administration, Washington, Washington D.C..
- Allen P.M., Deneubourg J.L., Sanglier M., Boon F., de Palma A. (1979a) Dynamic Urban Models, I, Report to the Department of Transportation, U.S.A., Under contract TSC-1185, Department of Transportation, Cambridge, Mass..
- Allen P.M., Deneubourg J.L., Sanglier M., Boon F., de Palma A. (1979b) Dynamic Urban Models, II, Report to the Department of Transportation, U.S.A., Under contract TSC-1640, Interim Report I, Department of Transportation, Cambridge, Mass..
- Allen P.M., Sanglier M. (1978) Dynamic Models of Urban Growth, I, *Journal of Social and Biological Structures*, 1, 265-280.
- Allen P.M., Sanglier M. (1979a) A Dynamic Model of Growth in a Central Place System, I, *Geographical Analysis*, 11, 256-272.
- Allen P.M., Sanglier M. (1979b) A Dynamic Model of Urban Growth, II, *Journal of Social and Biological Structures*, 2, 269-278.
- Allen P.M., Sanglier M. (1981a) A Dynamic Model of a Central Place System, I, *Geographical Analysis*, 13, 149-164.
- Allen P.M., Sanglier M. (1981b) Urban Evolution, Self-Organization, and Decisionmaking, *Environment and Planning A*, 13, 167-183.



- Allen P.M., Sanglier M., Engelen G., Boon F. (1982) The Dynamics of Urban Systems: The U.S. Experience and further Steps Towards Modeling Change, Report DOT/RSPA/DPB - 10/82/4, Systems Analysis Division, U.S. Department of Transportation, Research and Special Programs Administration, Washington, Washington D.C..
- Alonso W. (1960) A General Theory of the Urban Land Market, *Papers and Proceedings of Regional Science Association*, 6, 149-157.
- Alonso W. (1964a) *Location and Land Use. Toward a General Theory of Land Rent*, Harvard University Press, Cambridge, Mass..
- Alonso W. (1964b) Location Theory, in Friedmann J., Alonso W.(eds.) *Regional Development and Planning. A Reader*, The MIT Press, Mass., 78-106.
- Alonso W. (1967) A Reformulation of Classical Location Theory and its Relation to Rent Theory, *Papers and Proceedings of the Regional Science Association*, 19, 23-44.
- Alonso W. (1971) The Economics of Urban Size, *Papers of Regional Science Association*, 26, 67-83.
- Amson J.C. (1974) Equilibrium and Catastrophic Modes of Urban Growth, *Space-Time Concepts in Urban and Regional Models, London Papers in Regional Science*, 4, Pion, London, 108-128.
- Amson J.C. (1975) Catastrophe Theory: A Contribution to the Study of Urban Systems?, *Environment and Planning B*, 2, 177-221.
- Amson J.C. (1977) A Note on Civic State Equations, *Environment and Planning A*, 9, 105-110.
- Anas A. (1978) Equilibrium Properties of Logit Models, WP, Northwestern University, Evanston, Ill..
- Anas A. (1979) The Impact of Transit Investment on Housing Values: A Simulation Experiment, *Environment and Planning A*, 11, 239-255.
- Anas A. (1982) *Residential Location Markets and Urban Transportation*, Academic Press, New York.



- Aubin J.P., Naslund B. (1972) An Exterior Branking Algorithm, Working Paper 72-42, European Insititue in Management, Brussels.
- Ayeni M.A.O. (1976) A Predictive Model of Urban Stock and Activity: 2. Empirical Development, *Environment and Planning A*, 8, 59-77.
- Babcock D.L. (1970) Analysis and Improvement of a Dynamic Urban Model, Ph. D. Dissertation, University of California, Los Angeles, Calif..
- Barras R., Broadbent T.A., Cordey-Hayes M., Massey D.B., Robinson K., Willis J. (1971) An Operational Model of Cheshire, *Environment and Planning*, 3, 115-233.
- Bartezzaghi E. (1979) Modelli di localizzazione industriale, in Colorni A. (ed.) *Modelli di localizzazione e distribuzione nella gestione dell'ambiente e del territorio*, CLUP, Milano, 139-178.
- Batty M.J. (1969a) The Development of an Activity Allocation Model for the Notts/Derbys Subregion, Department of Town and Country Planning, University of Manchester, Manchester, England.
- Batty M. (1969b) The Impact of a New Town. An Application of the Garin-Lowry Model, *Journal of the Town Planning Institute*, 55, 428-435.
- Batty M. (1970a) An Activity Allocation Model for the Nottinghamshire-Derbyshire Subregion, *Regional Studies*, 4, 307-322.
- Batty M. (1970b) Some Problems of Calibrating the Lowry Model, *Environment and Planning*, 2, 95-114.
- Batty M. (1971a) Design and Construction of a Subregional Land Use Model, *Socio-Economic Planning Sciences*, 5, 97-124.
- Batty M. (1971b) Modelling Cities and Dynamic Systems, *Nature*, 321, 425-428.
- Batty M. (1972a) An Experimental Model of Urban Dynamics, *Town Planning Review*, 43, 166-186.
- Batty M. (1972b) Dynamic Simulation of an Urban System, in Wilson A.G. (ed.) *Patterns and Processes in Urban and Regional Systems*, Pion, London, 44-82.



- Batty M. (1972c) Recent Developments in Land-Use Modelling: A Review of British Research, *Urban Studies*, 9, 151-177.
- Batty M. (1973) Concepts of Geographical Aggregation Based on Hierarchical Entropy, Department of Geography, University of Reading, Reading.
- Batty M. (1976) *Urban Modelling Algorithms, Calibrations, Predictions*, Cambridge University Press., Cambridge, England.
- Batty M., Bourke R., Cormode P., Anderson-Nicholls M. (1974) Experiments in Urban Modelling for Country Structure Planning: the Area 8 Pilot Model, *Environment and Planning A*, 6, 455-478.
- Batty M., Foot D., Alonso L., Bray G., Breheny M., Constable D., Dugmore K., Ellender R., Shepherd J., Williams J. (1973) Spatial System Design and Fast Calibration of Activity Interaction-Allocation Models, *Regional Studies*, 7, 351-366.
- Batty M., Mackie S. (1972) The Calibration of Gravity, Entropy and Related Models of Spatial Interaction, *Environment and Planning*, 4, 205-233.
- Batty M., Masser I. (1975) Spatial Decompositions and Partitions in Urban Modelling, in Cripps E.L. (ed.) *Regional Science - New Concepts and Old Problems, London Papers in Regional Science*, 5, Pion, London, 188-206.
- Baxter R., Williams I. (1975) An Automatically Calibrated Urban Model, *Environment and Planning A*, 7, 3-20.
- Bay Area Simulation Study (1968) Jobs, People and Land, University of California, Office of Real Estate and Urban Economics, Berkeley, Calif..
- Beardwood J.E., Kirby H.R., (1975) Zone Definition and the Gravity Model. The Separability, Excludability and Compressibility Properties, *Transportation Research*, 9, 363-369.
- Beaumont J.R., Clarke M., Wilson A.G. (1981a) Changing Energy Parameters and the Evolution of Urban Spatial Structure, *Regional Science and Urban Economics*, 11, 287-315.



- Beaumont J.R., Clarke M., Wilson A.G. (1981b) The Dynamics of Urban Spatial Structure: Some Exploratory Results Using Differences, *Regional Science and Urban Economics*, 11, 381-398.
- Beckmann M.J. (1952) A Continuous Model of Transportation, *Econometrica*, 20, 643-660.
- Beckmann M.J. (1953) The Partial Equilibrium of a Continuous Space Market, *Weltwirtschaftliches Arch.*, 71, 73-89.
- Beckmann M.J. (1955) Some Reflections on Lösch's Theory of Location, *Papers and Proceedings of the Regional Science Association*, N1-N9.
- Beckmann M.J. (1957) On the Equilibrium Distribution of Population in Space, *Bulletin of Mathematical Biophysics*, 19, 81-90.
- Beckmann M.J. (1958) City Hierarchies and the Distribution of City Size, *Economic Development and Cultural Change*, 6, 243-248.
- Beckmann M.J. (1968) *Location Theory*, Random House, New York.
- Beckmann M.J. (1969) On the Distribution of Urban Rent and Residential Density, *Journal of Economics Theory*, 1, 60-67.
- Beckmann M.J. (1970) The Analysis of Spatial Diffusion Processes, *Papers of the Regional Science Association*, 25, 109-117.
- Beckmann M.J. (1971) Market Share, Distance and Potential, *Regional and Urban Economics. Operational Methods*, 1, 3-18.
- Beckmann M.J. (1972) Von Thünen Revisited: A Neoclassical Land Use Model, *Swedish Journal of Economics*, 74, 1-7.



- Beckmann M.J. (1973a) Equilibrium Models of Residential Land Use, *Regional and Urban Economics. Operational Methods*, 3, 361-368.
- Beckmann M.J. (1973b) The Isolated Region: A Model of Regional Growth, *Regional and Urban Economics. Operational Methods*, 3, 223-232.
- Beckmann M.J. (1974) Spatial Equilibrium in the Housing Market, *Journal of Urban Economics*, 1, . . . .
- Beckmann M.J. (1975) On the Economic Structure of Strictly Hierarchical Central Place Systems, *Environment and Planning A*, 7, 815-820.
- Beckmann M.J. (1976a) Equilibrium in a Continuous Space Market, *Operations Research Verfahren*, 14, 48-63.
- Beckmann M.J. (1976b) Spatial Equilibrium in the Dispersed City, in Papageorgiou Y.Y. (ed.) *Mathematical Land Use Theory*, Lexington Books, Lexington, Mass., 117-125.
- Beckmann M.J. (1981a) Continuous Models of Transportation and Location, *Sistemi Urbani*, 3, 403-413.
- Beckmann M.J. (1981b) Continuous Spatial Models of Income Diffusion and Commodity Trade, in Griffith D.A., Mackinnon R. (eds.) *Dynamic Spatial Models*, NATO ASI Series D: Behaviour and Social Systems, No 7, Sijthoff and Noordhoff, Alphen aan den Rijn, The Netherlands, 8-19.
- Beckmann M.J., Buttler H.-J. (1980) Design Parameters in Housing Construction and the Market for Urban Housing, *Econometrica*, 48, 201-225.
- Beckmann M.J., Golob T.F. (1971) On the Metaphysical Foundations of Traffic Theory: Entropy Revisited, in *Proceedings of the Fifth International Symposium on the Theory of Traffic Flow and Transportation*, Elsevier, New York, . . . .
- Beckmann M.J., Marschak T. (1955) An Activity Analysis Approach to Location Theory, *Kyklos*, 8, 125-143.



- Beckmann M.J., Mc Pherson J.C. (1970) City Size, Distribution in a Central Place Hierarchy: An Alternative Approach, *Journal of Regional Science*, 10, 25-33.
- Beckmann M.J., Schramm (1972) The Impact of Scientific and Technical Change on the Location of Economic Activities, *Regional and Urban Economics, Operational Methods*, 2, 159-174.
- Ben-Akiva M.E. (1974) Structure of Passenger Travel Demand Models, *Transportation Research Record*, 526, 26-42.
- Ben-Akiva M.E., Lerman S.R. (1979) Disaggregate Travel and Mobility Choice Models and Measures of Accessibility, in Hensher D.A., Stopher P.R. (eds.) *Behavioural Travel Modelling*, Croom Helm, London, 654-679.
- Benassy J.P. (1975) Neo Keynesian Disequilibrium Theory in a Monetary Economy, *Review of Economic Studies*, 42, 503-523.
- Bertuglia C.S., Gallino T., Gualco I., Occelli S., Rabino G.A., Salomone C., Tadei R. (1982) Alcuni aspetti della calibrazione di un modello dinamico spazializzato: il caso del modello dell'area metropolitana torinese, in *Atti delle Giornate di Lavoro AIRO 1982*, 200-248.
- Bertuglia C.S., Gallino T., Gualco I., Occelli S., Rabino G.A., Salomone C., Tadei R. (1983a) Calibrating the Residential Location Submodel of the Simulation Model for the Turin Metropolitan Area, in *Atti delle Giornate di lavoro AIRO 1983*, Guida, Napoli, 555-573.
- Bertuglia C.S., Gallino T., Gualco I., Occelli S., Rabino G.A., Salomone C., Tadei R. (1983b) L'applicazione di un modello dinamico a larga scala per l'area metropolitana di Torino, in Leonardi G., Rabino G.A. (eds.) *Scienze Regionali*, 1, *L'analisi degli insediamenti umani e produttivi*, Angeli, Milano, 205-227.
- Bertuglia C.S., Leonardi G. (1979) Dynamic Models for Spatial Interaction, *Sistemi Urbani*, 1, 2, 3-25.
- Cesaris F.J. (1973) Parameter Estimation in Spatial Interaction Modelling, *Environment and Planning*, 5, 503-513.

- Bertuglia C.S., Occelli S., Rabino G.A., Salomone C., Tadei R. (1983) The Dynamics of Turin Metropolitan Area: A Model for the Analysis of the Processes and for the Policy Evaluation, Paper presented at the 23rd European Congress of the Regional Science Association, 29/8-2/9, Poitiers, France, Working Paper 24, IRES, Torino.
- Bertuglia C.S., Occelli S., Rabino G.A., Tadei R. (1980) A Model of Urban Structure and Development of Turin: Theoretical Aspects, *Sistemi Urbani*, 2, 59-90.
- Bertuglia C.S., Rabino G.A. (1975) *Modello per l'Organizzazione di un Comprensorio*, Guida, Napoli.
- Beumer L., van Grameren A., van der Hee B., Paelinck J. (1978) A Study of the Formal Structure of J.W. Forrester's Urban Dynamics Model, *Urban Studies*, 15, 167-177.
- Boyce D.E., LeBlanc L.J., Chon K.S., Lee Y.J., Lin K.-T. (1981a) Combined Models of Location, Destination, Mode and Route Choice: A Unified Approach Using Nested Entropy Constraints, Publication 3, Transportation Planning Group, University of Illinois, Urbana, Illinois.
- Boyce D.E., LeBlanc L.J., Chon K.S., Lee Y.J., Lin K.-T. (1981b) Combined Models of Location, Destination, Mode and Route Choice: A Unified Approach Using Nested Entropy Constraints, Publication n. 3, Transportation Planning Group, Department of Civil Engineering, University of Illinois, Urbana, Illinois.
- Broadbent T.A. (1969a) Zone Size and Singly Constrained Interaction Models, CES-WN-132, Centre for Environmental Studies, London.
- Broadbent T.A. (1969b) Zone Size and Spatial Interaction in Operational Models, CES-WN-106, Centre for Environment Studies, London.



Coelho J.D. (1983) Public Facility Location: A Survey of Recent Developments, *Sistemi Urbani*, 5, 5-32.

Broadbent T.A. (1970) Notes on the Design of Operational Models, *Environment and Planning*, 2, 469-476.

Brotchie J.F. (1965) A General Planning Model, *Management Science*, 16, 265- . . . .

Brotchie J.F. (1978) A Model Incorporating Diversity in Urban Allocation Problems, *Applied Mathematical Modelling*, 2, 191-200.

Brotchie J.F. (1979) A Model Based on Non-Homogeneity in Allocation Problems, in Hensher D.A., Stopher P.R. (eds.) *Behavioral Travel Modelling*, Croom Helm, London, 355-377.

Brotchie J.F., Lesse P.F., Roy J.R. (1979) Entropy, Utility and Planning, *Sistemi Urbani*, 1, 3, 33-53.

Burdekin R., Marshall S.A. (1972) The Use of Forrester's Systems Dynamics Approach in Urban Modelling, *Environment and Planning*, 4, 471-485.

Casetti E. (1981a) Between Growth and Decline: A Catastrophe Model of Regional Dynamics, *Annals of the Association of American Geographers*, 71, 572-579.

Casetti E. (1981b) Technological Progress, Exploitation and Spatial Economic Growth: A Catastrophe Model, in Griffith D.A., Mackinnon R. (eds.) *Dynamic Spatial Models*, Sijthoff and Noordhoff, Alphen aan den Rijn, The Netherlands, 215-227.

Casetti E., Papageorgiou Y.Y. (1971) A Spatial Equilibrium Model of Urban Structure, *Canadian Geographer*, 15, 30-37.

Casti J., Swain H. (1975) Catastrophe Theory and Urban Processes, RM-75-14, IIASA, Laxenburg, Austria.

Cesario F.J. (1973) Parameter Estimation in Spatial Interaction Modelling, *Environment and Planning*, 5, 503-518.

- Charnes A.W., Cooper W.W. (1961) *Management Models and Industrial Applications*, Wiley, New York.
- Chen K. (ed.) (1972) *Urban Modelling in Urban Dynamics: Extension and Reflections*, The San Francisco Press, San Francisco, Calif..
- Chen K. (1973) An Evaluation of Forrester - Type Growth Models, *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, 3, 631-632.
- Chillingworth D.R.J. (1976) *Differential Topology with a View to Applications*, Pitman, London.
- Christaller W. (1933) *Die Zentralen Orte in Süddeutschland: Eine Ökonomisch-Geographische Untersuchung über die Gesetz mässigkeit der Verbreitung und Entwicklung der Siedlungen mit Städtischen Funktionen*, Fischer Verlag, Jena [English transl: (1966) *Central Places in Southern Germany*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J.].
- Christiansen P.A. (1975) A Version of the Lowry Model and its Use in Practical Planning: An Example from Southern Norway, in Karlqvist A., Lundqvist L., Snickars F. (eds.) *Dynamic Allocation of Urban Space*, Saxon House, Westmead, Farnborough, Hants, England, 311-324.
- Clarke M., Wilson A.G. (1983a) *The Dynamics of Urban Spatial Structure*, Croom Helm, London (in preparazione).
- Clarke M., Wilson A.G. (1983b) The Dynamics of Urban Spatial Structure: Progress and Problems, *Journal of Regional Science*, 23, 1-18.
- Cochrane R.A. (1975) A Possible Economic Basis from the Gravity Model, *Journal of Transport Economics and Policy*, 9, 34-39.
- Coelho J.D. (1979) A Locational Surplus Maximisation Model of Land Use Plan Design, in Breheny M.J. (ed.) *Developments in Urban and Regional Analysis*, 10, Pion, London, 48-60.



- Coelho J.D. (1983) Public Facility Location: A Survey of Recent Developments, *Sistemi Urbani*, 5, 5-32.
- Coelho J.D., Williams H.C.W.L. (1978) On the Design of Land Use Plans through Locational Surplus Maximization, *Papers of the Regional Science Association*, 40, 71-85.
- Coelho J.D., Wilson A.G. (1976) The Optimum Location and Size of Shopping Centres, *Regional Studies*, 10, 413-421.
- Coelho J.D., Wilson A.G. (1977) An Equivalence Theorem to Integrate Entropy-Maximizing Submodels within Overall Mathematical Programming Frameworks, *Geographical Analysis*, 9, 160-173.
- Cordey - Hayes M. (1972) Dynamic Framework for Spatial Models, *Socio-Economic Planning Science*, 6, 365-385.
- Crecine J.P. (1964) TOMM (Time Oriented Metropolitan Model), CRP Technical Bulletin 6, CONSAD Research Corporation, Pittsburgh.
- Crecine J.P. (1968) A Dynamic Model of Urban Structure, P-3803, RAND Corporation, Santa Monica, Calif..
- Crecine J.P. (1969a) Spatial Location Decisions and Urban Structure: A Time Oriented Model, Discussion Paper 4, Institute of Public Policy Studies, University of Michigan, Michigan.
- Crecine J.P. (1969b) Time Oriented Metropolitan Model, University of Michigan, Michigan.
- Cripps E.L., Foot D.H.S. (1969) The Empirical Development of an Elementary Residential Location Model for Use in Subregional Planning, *Environment and Planning*, 1, 81-90.
- Cripps E.L., Foot D.H.S. (1970) The Urbanization Effects of a Third London Airport, *Environment and Planning*, 2, 153-192.
- Crosby R.W. (1983) *Cities and Regions as Nonlinear Decision Systems*, Westview Press, Boulder, Colorado.
- Curry L. (1969) A Classical Approach to Central Place Dynamics, *Geographical Analysis*, 1, 272-282.



- Curry L. (1978) Position, Flow and Person in Theoretical Economic Geography, in Carlstein T., Parkes D., Thrift N. (eds.) *Time and Regional Dynamics*, Arnold, London, 35-50.
- Curry L. (1982) Recruitment as Diffusion and the Spatial Structure of Occupations, *Journal of Regional Science*, 22, 479-498.
- Daganzo C. (1979) *Multinomial Probit: The Theory and its Applications to Demand Forecasting*, Academic Press, New York.
- Day R.H. (1981) Emergence of Chaos from Neoclassical Growth, *Geographical Analysis*, 13, 315-327.
- Dendrinos D.S. (1977) Short-run Disequilibria in Urban Spatial Structure, *Regional Science Perspectives*, 7, 2, 27-41.
- Dendrinos D.S. (1978) Urban Dynamics and Urban Cycles, *Environment and Planning A*, 10, 43-49.
- Dendrinos D.S. (1979) Slums in Capitalist Urban Settings: Some Insights from Catastrophe Theory, *Geographica Polonica*, 42, 63-75.
- Dendrinos D.S. (1980a) A Basic Model of Urban Dynamics Expressed as a Set of Volterra-Lotka Equations, in Catastrophe Theory in Urban and Transport Analysis, Report DOT/RSPA/DPB-25/80/20, US Department of Transportation, Washington, D.C., 79-103.
- Dendrinos D.S. (1980b) Dynamics of City Size and Structural Stability: The Case of a Single City, *Geographical Analysis*, 12, 236-244.
- Dendrinos D.S. (1981) Individual Lot and Neighborhood Competitive Equilibria: Some Extensions from the Theory of Structural Stability, *Journal of Regional Science*, 21, 37-49.
- Dendrinos D.S. (1982) On the Dynamic Stability of Interurban/Regional Labor and Capital Movements, *Journal of Regional Science*, 22, 529-540.



- Dendrinos D.S., Mullalby H. (1981a) Evolutionary Patterns of Urban Populations, *Geographical Analysis*, 13, 328-344.
- Dendrinos D.S., Mullalby H. (1981b) Fast and Slow Equations: The Development Patterns of Urban Setting, *Environment and Planning A*, 13, 819-827.
- de Palma A., Ben-Akiva M. (1981) An Interactive Dynamic Model of Residential Location Choice, Paper presented at the International Conference on Structural Economic Analysis and Planning in Time and Space, June 21-26, Umeå, Sweden.
- Dickey J.W., Leone P.A., Schwarte A.R. (1971) Use of Topaz for Generating Alternative Land Use Schemes, *Journal of the Institute of Town Planners, India*, 68, . . . .
- Domanski R. (1973) A General Model of Optimal Growth in a System of Regions, *Papers of the Regional Science Association*, 31, 73-82.
- Domencich T., McFadden D. (1975) *Urban Travel Demand. A Behavioural Analysis*, North-Holland, Amsterdam.
- Drèze J.H. (1975) Existence of an Exchange Equilibrium under Price Rigidities, *International Economic Review*, 16, 2, 301-320.
- Echenique M., Crowther D., Lindsay W. (1969) A Spatial Model of Urban Stock and Activity, *Regional Studies*, 3, 281-312.
- Echenique M., Crowther D., Lindsay W. (1971) The Development of a Model of a Town, in Wilson A.G. (ed.) *Urban and Regional Planning*, London Papers in Regional Science, 2, Pion, London, . . . .
- Echenique M., Crowther D., Lindsay W., Stibbs R. (1969) Model of a Town: Reading, Working Paper 12, Centre for Land Use and Built Form Studies, Cambridge, England.
- Echenique M., Domeyko J. (1970) A Model for Santiago Metropolitan Area, Working Paper 11, Centre for Land Use and Built Form Studies, University of Cambridge, Cambridge, England.



- Echenique M., Feo A., Herrera R., Riquezes J. (1973) A Disaggre — gate Model of a Metropolitan Area: Caracas, Working Paper 9, Land Use and Built Form Studies, University of Cambridge, Cam — bridge, England.
- Eilon S., Watson-Gandy C.D.T., Christofides N. (1971) *Distribution Management: Mathematical Modelling and Practical Analysis*, Grif — fin, London.
- Erlander S. (1977) Accessibility, Entropy, and the Distribution and Assignment of Traffic, *Transportation Research*, 11, 149-153.
- Erlander S. (1980) *Optimal Spatial Interaction and the Gravity Mo — del*, *Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems*, 173, Springer — Verlag, London.
- Forrester J.W. (1969) *Urban Dynamics*, MIT Press, Cambridge, Mass..
- Francis R.L., Goldstein J.M. (1974) Location Theory: A Selective Bi — bliography, *Operation Research*, 22, 400-410.
- Fujita M. (1975) On Optimal Development in a Multicommodity Space System, *Regional Science and Urban Economics*, 5, 59-89.
- Fujita M. (1976a) Spatial Patterns of Urban Growth: Optimum and Mar — ket, *Journal of Urban Economics*, 3, 209-241.
- Fujita M. (1976b) Towards a Dynamic Theory of Urban Land Use, *Pa — pers of Regional Science Association*, 37, 133-165.
- Fujita M. (1978) *Spatial Development Planning. A Dynamic Convex Pro — gramming Approach*, North Holland, Amsterdam.
- Fujita M. (1979) Spatial Patterns of Urban Growth and Contraction: Problem A, *Geographica Polonica*, 42, 112-148.
- Fujita M. (1980) A Multiperiod Model of Urban Land Market under Un — certainty, Working Papers in Regional Science and Transporta — tion, 27, University of Pennsylvania, Philadelphia, P.A..
- Fujita M. (1981a) Location of Firms with Input Transactions, *Environ — ment and Planning A*, 13, 1401-1414.



- Fujita M. (1981b) Spatial Dynamics of Urban Land Use, in Griffith D.A., Mackinnon R. (eds.) *Dynamic Spatial Models*, NATO ASI Series D: Behavioural and Social Sciences, n. 7, Sijthoff and Noordhoff, Alphen aan den Rijn, The Netherlands, 404-439.
- Fujita M. (1981c) Urban Land Market under Uncertainty with Infinite Time Horizon, Working Papers in Regional Science and Transportation, 27, University of Pennsylvania, Philadelphia, P.A., part I: text.
- Fujita M. (1982a) Spatial Patterns of Residential Development, *Journal of Urban Economics*, 12, 22-52.
- Fujita M. (1982b) Towards a General Equilibrium Model of Urban Land Use, Working Papers in Regional Science and Transportation, 68, University of Pennsylvania, Philadelphia, P.A..
- Fujita M. (1983) Urban Spatial Dynamics: a Review, *Sistemi Urbani*, 5, . . . .
- Fujita M., Kashiwadani M. (1976) A Study on Theoretical Relations between Market and Optimum Urban Residential Theories, *Annals*, . . . .
- Fujita M., Kashiwadani M. (1982) The Spatial Growth of Tokyo: Theoretical and Empirical Analysis, in Isard W., Andersson A.E., Puu T., Schweizer U. (eds.) *Structural Economic Analysis and Planning in Time and Space*, North Holland, Amsterdam, . . . .
- Fujita M., Ogawa H. (1982) Multiple Equilibria and Structural Transition of Non-monocentric Urban Configurations, *Regional Science and Urban Economics*, 12, 161-196.
- Garegnani P. (1970) Heterogeneous Capital, the Production Function and the Theory of Distribution, *Review of Economic Studies*, 37, 407-436.
- Garin R.A. (1966) A Matrix Formulation of the Lowry Model for Intra-metropolitan Activity Location, *Journal of the American Institute of Planners*, 32, 361-364.
- Garn H., Wilson R. (1970) A Critical Look at Urban Dynamics: The Model and Public Policy, The Urban Institute, Washington, Washington D.C..



- Geoffrion A.M. (1968) Proper Efficiency and the Theory of Vector Maximization, *Journal of Mathematical Analysis and Applications*, 22, 618-630.
- Geoffrion A.M., Dyer J.S., Feinberg A. (1972) An Interactive Approach for Multicriterion Optimization with an Application to the Operation of an Academic Department, *Management Science*, 19, 357-368.
- Goldner W. (1968) Projective Land Use Model (PLUM): A Model for the Spatial Allocation of Activities and Land Use in a Metropolitan Region, Technical Report 219, Bay Area Transportation Study Commission, Berkeley, Calif..
- Goldner W. (1971) The Lowry Model Heritage, *Journal of the American Institute of Planners*, 37, 100-110.
- Goldner W., Graybeal R.S. (1965) The Bay Area Simulation Study: Pilot Model of Santa Clara Country and Some Application, Center of Real Estate and Urban Economics, University of California, Berkeley, Calif..
- Goldner W., Rosenthal S., Meredith J. (1971) Theory and Application: Projective Land Use Model, Volume II, Institute of Transportation and Transport Engineering, University of California, Berkeley, Calif..
- Golob T.F., Beckmann M.J. (1971) A Utility Model for Travel Forecasting, *Transportation Science*, 51, 79-90.
- Golob T.F., Gustafsson R.L., Beckmann M.J. (1973) An Economic Utility Approach to Spatial Interaction, *Papers of the Regional Association*, 30, 158-182.
- Greenhut M.L. (1963) *Microeconomics and the Space Economy*, Scott Foresman and Co., Glenview, Ill..
- Haag G., Weidlich W. (1983) A Non-linear Dynamic Model for the Migration of Human Populations, in Griffith D.A., Lea A.C. (eds.) *Evolving Geographical Structures*, NATO ASI Series D: Behavioural and Social Sciences, n. 15, Nijhoff, The Hague, 24-61.
- Haimes Y.Y. (1977) *Hierarchical Analysis of Water Resources Systems*, McGraw-Hill, New York.
- Haken H. (1977) *Synergetics. An Introduction*, Springer Verlag, Berlin.



- Halpern J., Maimon O. (1982) Algorithms for the m-Center Problems: A Survey, *European Journal of Operational Research*, 10, 90 - 99.
- Handler G.Y., Mirchandani P.B. (1979) *Location on Networks Theory and Algorithms*, The MIT Press, Cambridge, Mass..
- Hansen P., Thisse J.F. (1983) Recent Advances in Continuous Location Theory, *Sistemi Urbani*, 5, 33-54.
- Hansen W.G. (1959) How Accessibility Shapes Land Use, *Journal of the American Institute of Planners*, 25, 73-76.
- Harris B. (1964) A Model of Location Equilibrium for Retail Trade, *Institute for Urban Studies*, University of Pennsylvania, Philadelphia, P.A. (mimeo).
- Harris B., Choukroun J-M., Wilson A.G. (1982) Economies of Scale and the Existence of Supply-Side Equilibria in a Production - Constrained Spatial - Interaction Model, *Environment and Planning A*, 14, 823-837.
- Harris B., Wilson A.G. (1978) Equilibrium Values and Dynamics of Attractiveness Terms in Production-Constrained Spatial-Interaction Models, *Environment and Planning A*, 10, 371-388.
- Herbert D.S., Stevens B.H. (1960) A Model of the Distribution of Residential Activity in Urban Areas, *Journal of Regional Science*, 2, 21-36.
- Hill D.M. (1965) A Growth Allocation Model for the Boston Region, *Journal of the American Institute of Planners*, 31, 111-120.
- Hill D.M., Brand D., Hansen W.B. (1966) Prototype Development of a Statistical Land Use Prediction Model for Greatest Boston Region, *Highway Research Record*, 114, 51-70.
- Hoover E.M. (1948) *The Location of Economic Activity*, Mc Graw-Hill Books, New York.
- Huff D.L. (1963) A Probabilistic Analysis of Shopping Center Trade Areas, *Land Economics*, 39, 81-89.
- Huff D.L. (1964) Defining and Estimating a Trading Area, *Journal of Marketing*, 28, 34-38.

- Ires, (1976) *Linee di Piano Territoriale per il Comprensorio di Torino*, Guida, Napoli.
- Isard W. (1956) *Location and Space-Economy*, Wiley, New York.
- Isard W., Liossatos P. (1972) On Optimal Development over Space and Time, *Regional Science Perspectives*, 3, ....
- Isard W., Liossatos P. (1975) Optimal Space Time Development: A Summary Presentation, in Karlqvist A., Lundqvist L., Snickars A. (eds.) *Dynamic Allocation of Urban Space*, Saxon House, Westmead, Farnborough, Hants, England, 45-70.
- Isard W., Liossatos P. (1979) *Spatial Dynamics and Optimal Space-Time Development*, North-Holland, Amsterdam.
- Kadanoff L.P. (1971) From Simulation Model to Public Policy: An Examination of Forrester's, *Urban Dynamics, Simulation*, 16, 261-268.
- Kain J. (1969) A Computer Version of How a City Works, *Fortune*, nov., 241-242.
- Kanemoto Y. (1976) Optimum, Market and Second Best Land Use Patterns in a von Thünen City with Congestion, *Regional Science and Urban Economics*, 6, 23-32.
- Kanemoto Y. (1980a) Externality, Migration, and Urban Crises, *Journal of Urban Economics*, 8, 150-164.
- Kanemoto Y. (1980b) *Theories of Urban Externalities*, North-Holland, Amsterdam.
- Kirby H.R. (1974) Theoretical Requirements for Calibrating a Gravity Model, *Transportation Research*, 8, 97-104.
- Koopmans T.C., Beckmann M.J. (1957) Assignment Problems and the Location of Economic Activities, *Econometrica*, 25, 53-76.



- Kornai J., Weibull J.M. (1978) The Normal State of the Market in a Shortage Economy: A Queue Model, *Scandinavian Journal of Economics*, 4, 375-398.
- Lakshmanan T.R., Hansen W.G. (1965) A Retail Market Potential Model, *Journal of the American Institute of Planners*, 31, 134-143.
- Ledent J. (1978) Stable Growth in the Non-linear Components-of-Change Model of Interregional Population Growth and Distribution, RM-78-28, IIASA, Laxenburg, Austria.
- Lefebvre L. (1958) *Allocation in Space: Production, Transportation and Industrial Location*, North-Holland, Amsterdam.
- Leonardi G. (1977) Analogie Meccanico-Statistiche nei Modelli di Interazione Spaziale, Atti delle Giornate di Lavoro AIRO 1977, Parma, 530-539.
- Leonardi G. (1978) Optimum Facility Location by Accessibility Maximizing, *Environment and Planning A*, 10, 1287-1305.
- Leonardi G. (1981a) A Unifying Framework for Public Facility Location Problems, *Environment and Planning A*, 13, 1001-1028, 1085-1108.
- Leonardi G. (1981b) The Use of Random-Utility Theory in Building Location-Allocation Models, WP-81-28, IIASA, Laxenburg, Austria.
- Leonardi G. (1982a) The Structure of Random Utility Models in the Light of the Asymptotic Theory of Extremes, WP-82-91, IIASA, Laxenburg, Austria.
- Leonardi G. (1982b) Transient and Asymptotic Theory of a Random - Utility Based Stochastic Search Process in Continuous Space and Time, Paper presented at the 3rd Annual Meeting of the Regional Science Association, Italian Section, Venice, Italy.
- Leonardi G. (1983) An Optimal Control Representation of a Stochastic Multistage-Multiactor Choice Process, in Griffith D.A., Lea A.C. (eds.) *Evolving Geographical Structures*, NATO ASI Series D: Behavioural and Social Sciences, n. 15, Nijhoff, The Hague, 62-72.

- Leonardi G., Campisi M. (1981) Dynamic Multistage Random Utility Choice Processes: Models in Discrete and Continuous Time, Paper presented at the 2nd Meeting of the Regional Science Association, Italian Section, Naples, 19-21 October.
- Lerman S.R. (1975) A Disaggregate Behavioural Model of Urban Mobility Decisions, Ph. D. Thesis, Department of Civil Engineering, MIT Press, Cambridge, Mass..
- Lerman S.R., Manski C.F. (1979) Sample Design for Discrete Choice Analysis of Travel Behavior: the State of the Art, *Transportation Research*, 13A, 29-44.
- Lierop van W., Nijkamp P. (1979) A Utility Framework for Interaction Models for Regional and Urban Systems, *Sistemi Urbani*, 1, 1, 41-64.
- Lombardo S.T., Rabino G.A. (1983a) Non-Linear Dynamic Models for Spatial Interaction: The Results of Some Empirical Experiments, Paper presented at the 23rd European Congress of the Regional Science Association, 29/8-2/9, Poitiers, France.
- Lombardo S.T., Rabino G.A. (1983b) Some Simulations of a Central Place Theory Model, *Sistemi Urbani*, 5,
- Lösch A. (1940) *Die Räumliche Ordnung der Wirtschaft; eine Untersuchung über Standort, Wirtschaftsgebiete und Internationalen Handel*, Fischer, Jena [English transl.: (1954) *The Economics of Location*, Yale University Press, New Haven, Conn.].
- Lowry I.S. (1964) *A Model of Metropolis*, RM-4035-RC, Rand Corporation, Santa Monica, Calif..



- Macgill S.M. (1977) Rectangular Input-Output Tables-Multiplier Analysis and Entropy Maximising Principles: A New Methodology, *Regional Science and Urban Economics*, 8, 355-370.
- Luce R.D. (1959) *Individual Choice Behaviour*, Wiley, New York.
- Macgill S.M., Wilson A.G. (1979) Equivalences and Similarities between some Alternative Urban and Regional Models, *Sistemi Urbani*, 1, 1, 9-40.
- Mackie S. (1971) The Calibration of Spatial Interaction Models, Geographical Paper, 14, Department of Geography, University of Reading, Reading.
- Manski C.F. (1973) Structure of Random Utility Models, Ph. D. Dissertation, Department of Economics, MIT Press, Cambridge, Mass..
- Manski C.F. (1975) Maximum Score Estimation on the Stochastic Utility Model of Choice, *Econometrica*, 3, 205-228.
- Manski C.F. (1977) The Structure of Random Utility Models, *Theory and Decisions*, 8, 229-254.
- Manski C.F., Lerman S.R. (1977) The Estimation of Choice Probabilities from Choice-Based Samples, *Econometrica*, 45, 1977-1988.
- Manski C.F., McFadden D. (1979) Alternative Estimators and Sample Designs for Discrete Choice Analysis, in Mansky C.F., McFadden D. (eds.) *Structural Analysis of Discrete Data: With Econometric Applications*, MIT Press, Cambridge, Mass., .....
- Martin R.L., Thrift N.J., Bennett R.J. (eds.) (1978) *Towards the Dynamic Analysis of Spatial Systems*, Pion, London.
- Mass N.J. (ed.) (1974) *Readings in Urban Dynamics: Volume 1*, Wright-Allen Press, Cambridge, Mass..
- Masser I. (1970) Notes on Application of the Lowry Model to Merseyside, Department of Civic Design, University of Liverpool, Liverpool.

- Masser I., Batey P.W.J., Brown P.J.B. (1975) The Design of Zoning Systems for Interaction Models, in Cripps E.L. (ed.) *London Papers in Regional Science*, 5, Regional Science - New Concepts and Old Problems, Pion, London, 166-187.
- Massey D.B. (1973) The Basic: Service Categorization in Planning, *Regional Studies*, 7, 1-15.
- McFadden D. (1973) Conditional Logit Analysis of Qualitative Choice Behavior, in Zarembka P. (ed.) *Frontiers in Econometrics*, Academic Press, New York, 105-142.
- McFadden D. (1974) The Measurement of Urban Travel Demand, *Journal of Public Economics*, 3, 303-328.
- McFadden D. (1976) The Mathematical Theory of Demand Models, in Stopher P.R., Meyburg A. (eds.) *Behavioural Travel Demand Models*, Lexington Books, Lexington, Mass..
- McFadden D. (1978) Modelling the Choice of Residential Location, in Karlqvist A., Lundqvist L., Snickars F., Weibull J.W. (eds.) *Spatial Interaction Theory and Planning Models*, North-Holland, Amsterdam, 75-96.
- Merlin P. (1968) Modèles d'urbanisation, volume 11, IAURP, Paris.
- Monaco R., Rabino G.A. (1983) A Stochastic Treatment of Interacting Cities System, Paper presented at 4th International Conference on Mathematical Modeling, August 15-17, Zurich.
- Morishima M. (1973) *Marx's Economics. A Dual Theory of Value and Growth*, Cambridge University Press, Cambridge, England.



- Neuburger H.L.I. (1971) User Benefit in the Evaluation of Transport and Land Use Plans, *Journal of Transport Economics and Policy*, 5, 52-75.
- Nicolis G., Prigogine I. (1977) *Self-Organization in Nonequilibrium Systems*, Wiley, New York.
- Niedercorn J.H., Bechdolt B.V. (1969) An Economic Derivation of the Gravity Law of Spatial Interaction, *Journal of Regional Science*, 9, 273-282.
- Nijkamp P. (1975a) Reflections on Gravity and Entropy Models, *Regional Science and Urban Economics*, 5, 203-225.
- Nijkamp P. (1975b) Spatial Interdependencies and Environment Effects, in Karlqvist A., Lundqvist L., Snickars F. (eds.) *Dynamic Allocation of Urban Space*, Saxon House, Farnborough, 175-206.
- Nijkamp P. (1977) *Theory and Applications of Environmental Economics*, North-Holland, Amsterdam.
- Nijkamp P. (1983) Technological Change, Policy Response and Spatial Dynamics, in Griffith A., Lea A.C. (eds.) *Evolving Geographical Structures*, NATO ASI Series, Nijhoff, The Hague, 75-98.
- Nijkamp P., Spronk J. (1979) Goal Programming for Decision Making, *Ricerca Operativa*, 12, 3-49.
- Nijkamp P., Spronk J. (1981) Interactive Multidimensional Programming Models for Locational Decisions, *European Journal of Operational Research*, 6, 220-223.
- Ogawa H., Fujita M. (1979) Nonmonocentric Urban Configurations in Two-Dimensional Space, Working Papers in Regional Science and Transportation, 18, University of Pennsylvania, Philadelphia, P.A..
- Ogawa H., Fujita M. (1980a) Land Use Pattern in a Nonmonocentric City, *Journal of Regional Science*, 20, 455-475.

Ogawa H., Fujita M. (1980b) Multicentric Urban Configuration: Equilibrium and Optimum, Working Papers in Regional Science and Transportation, 25, University of Pennsylvania, Philadelphia, P.A.

Okabe A. (1979) Population Dynamics of Cities in a Region: Condition for a State of Simultaneous Growth, *Environment and Planning A*, 11, 609-628.

Openshaw S. (1977) Optimal Zoning Systems for Spatial Interaction Models, *Environment and Planning A*, 9, 169-184.

Openshaw S. (1978) An Empirical Study of Some Zone-Design Criteria, *Environment and Planning A*, 10, 781-794.

Ostanello A. (1980) Evoluzione del concetto di ottimalità e sue prospettive normative, *Sistemi Urbani*, 2, 257-270.

Palander T. (1935) *Beiträge zur Standortstheorie*, Almqvist and Wiksell, Uppsala, Sweden.

Palermo P. C. (1981) *Politiche territoriali e Modelli*, Angeli, Milano.

Papageorgiou Y.Y. (1971) The Population Density and Rent Distribution Models within a Multicentre Framework, *Environment and Planning*, 3, 267-281.

Papageorgiou Y.Y. (ed.) (1976a) *Mathematical Land Use Theory*, Lexington Books, Lexington, Mass..

Papageorgiou Y.Y. (1976b) Urban Residential Analysis: 1. Spatial Consumer Behaviour, *Environment and Planning A*, 8, 423-442.

Papageorgiou Y.Y. (1978) Spatial Externalities. I: Theory; II: Applications, *Annals of the Association of American Geographers*, 68, 465-476, 477-492.



Papageorgiou Y.Y. (1979) Agglomeration, *Regional Science and Urban Economics*, 9, 41-59.

Papageorgiou Y.Y. (1980) On Sudden Urban Growth, *Environment and Planning A*, 12, 1035-1050.

Papageorgiou Y.Y. (1982) Externality Diffusion, *Sistemi Urbani*, 4, 17-39.

Papageorgiou Y.Y. (1983) Agglomeration in Urban Economics, *Sistemi Urbani*, 5, ....

Papageorgiou Y.Y., Mullally H. (1976) Urban Residential Analysis: 2. Spatial Consumer Equilibrium, *Environment and Planning A*, 8, 489-506.

Papageorgiou Y.Y., Smith T.R. (1983) Agglomeration as Local Instability of Spatial Uniform Steady - States, *Econometrica* (forthcoming).

Papageorgiou Y.Y., Thisse J.F. (1982) Agglomeration as Spatial Interdependences between Firms and Households, Department of Geography, McMaster University, Hamilton, Ontario.

Pasinetti L. (1974) *Growth and Income Distribution. Essays in Economic Theory*, Cambridge University Press, Cambridge, England.

Pasinetti L. (1977) *Lectures in the Theory of Production*, MacMillan, London.

Pasinetti L. (1981) *Structural Change and Economic Growth*, Cambridge University Press, Cambridge, England.

Piasentin U., Costa P., Foot D. (1978) The Venice Problem: An Approach by Urban Modelling, *Regional Studies*, 12, 579-602.

- Poston T., Wilson A.G. (1977) Facility Size Versus Distance Travelled: Urban Services and the Fold Catastrophe, *Environment and Planning A*, 9, 681-686.
- Putman S.H. (1977) Calibrating a Residential Location Model for Nineteenth-Century Philadelphia, *Environment and Planning A*, 9, 449-460.
- Putman S.H., Ducca F.W. (1978a) Calibrating Urban Residential Models 1: Procedures and Strategies, *Environment and Planning A*, 10, 633-650.
- Putman S.H., Ducca F.W. (1978b) Calibrating Urban Residential Model 2: Empirical Results, *Environment and Planning A*, 10, 1001-1014.
- Puu T. (1977) A Proposed Definition of Traffic Flow in Continuous Transportation Model, *Environment and Planning A*, 9, 559-567.
- Puu T. (1978) Towards a Theory of Optimal Roads, *Regional Science and Urban Economics*, 8, 225-248.
- Puu T. (1979a) Regional Modelling and Structural Stability, *Environment and Planning A*, 11, 1431-1438.
- Puu T. (1979b) *The Allocation of Road Capital in Two-Dimensional Space*, North-Holland, Amsterdam.
- Puu T. (1981a) Catastrophic Structural Change in a Continuous Regional Model, *Regional Science and Urban Economics*, 11, 317-333.
- Puu T. (1981b) Stability and Change in Two-Dimensional Flows, in Griffith D.A., Mackinnon R. (eds.) *Dynamics Spatial Models*, NATO ASI Series D: Behavioural and Social Sciences, n. 7, Sijthoff and Noordhoff, Alphen aan den Rijn, The Netherlands, 242-255.
- Puu T. (1981c) Structural Stability and Change in Geographical Space, *Environment and Planning A*, 13, 979-989.



- Puu T. (1982a) Structurally Stable Transport Flows and Patterns of Location, Research Reports 82-42, IIASA, Laxenburg, Austria.
- Puu T. (1982b) The General Equilibrium of a Spatially Extended Market Economy, *Geographical Analysis*, 14, 145-154.
- Puu T. (1983) Equilibrium in the Spatial Production and Exchange Economy. A Long-Run model, *Sistemi Urbani*, 5, ....
- Quandt R.E. (1968) Estimation of Modal Split, *Transportation Research*, 2, 41-50.
- Ralston B. (1983) The Dynamics of Communication, in Griffith D.A., Lea A.C. (eds.) *Evolving Geographical Structures*, NATO ASI Series D: Behavioural and Social Sciences, n. 15, Nijhoff, The Hague, 130-167.
- Rees P.H., Wilson A.G. (1977) *Spatial Population Analysis*, Arnold, London.
- Reilly W.J. (1931) *The Law of Retail Gravitation*, Pilsbury, New York.
- ReVelle C., Cohon J.L., Shobrys D.E. (1981) Multiple Objective Facility Location, *Sistemi Urbani*, 3, 319-343.
- ReVelle C., Marks D.H., Liebman J.C. (1970) An Analysis of Private and Public Sector Location Models, *Management Science*, 16, 692-707.
- Richardson H.W. (1969a) *Elements of Regional Economics*, Penguin, Harmondsworth.
- Richardson H.W. (1969b) *Regional Economics: Location Theory, Urban Structure and Regional Change*, Weidenfeld and Nicolson, London.
- Richardson H.W. (1973a) *Regional Growth Theory*, MacMillan, London.

- Richardson H.W. (1973b) Theory of the Distribution of City Size: Review and Prospects, *Regional Studies*, 7, 239-251.
- Richardson H.W. (1973c) *The Economics of Urban Size*, Saxon House, Farnborough, Hants, England.
- Richardson H.W. (1977a) A Generalization of Residential Location Theory, *Regional Science and Urban Economics*, 7, 251-266.
- Richardson H.W. (1977b) *The New Urban Economics; and its Alternatives*, Pion, London.
- Richardson H.W. (1978) *Urban Economics*, Dryden Press, Hinsdale.
- Rijk F.J.A., Vorst A.C.F. (1983) Equilibrium Points in an Urban Retail Model and their Connection with Dynamical Systems, *Regional Science and Urban Economics*, 13, 383-399.
- Rogers A. (1971) *Matrix Methods in Urban and Regional Analysis*, Holden-Day, S. Francisco, Calif..
- Rogers A. (1975) *Introduction to Multiregional Mathematical Demography*, Wiley, New York.
- Roy B. (1973) How Outranking Relation helps Multiple Criteria Decision Making, in Cochrane J.L., Zeleny M. (eds.) *Multicriteria Decision Making*, University of South Carolina Press, Columbia, 179-201.
- Roy B. (1974) Critères multiples et modélisation des préférences, *Revue d'Economie Politique*, 84, 1-44.
- Roy B. (1975a) Interaktion et compromis: la procédure du point de mire, *Cahiers Belges de Recherche Operationnelle*, Bruxelles.
- Roy B. (1975b) Vers une méthodologie générale d'aide à la décision, Direction Scientifique, Rapport de Synthèse, n. 87, METRA, Paris.



- Roy B. (1976) From Optimization to Multicriteria Decision Aid: Three Main Operational Attitudes, in Thiriez H., Zionts S. (eds.) *Multiple Criteria Decision Making, Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems*, 130, Berlin, 1-34.
- Roy B. (1977) A Conceptual Framework for a Prescriptive Theory of Decision Aid, in Starr M.K., Zeleny M. (eds.) *Multiple Criteria Decision Making*, North-Holland, Amsterdam, 179-209.
- Roy B. (1979a) *L'aide à la décision, Tome 1: Essai de méthodologie générale*, Vrije Universiteit Brussel, Centrum voor Statistiek en Operationeel Onderzoek, Brussel.
- Roy B. (1979b) Necessità di una nuova assiomatica in teoria delle decisioni per pensare in modo diverso la Ricerca Operativa, Atti delle Giornate di Lavoro AIRO 1979, Bologna, volume 1, XI-XLIII.
- Salkin H.M. (1975) *Integer Programming*, Addison Wesley, Reading, Mass..
- Schroeder W.W. III, Sweeney R.E., Alfeld L.E. (1975) *Readings in Urban Dynamics: Volume 2*, Wright-Allen Press, Cambridge, Mass..
- Scott A.J. (1976) Land Use and Commodity Production, *Regional Science and Urban Economics*, 6, 147-160.
- Scott A.J. (1979) Commodity Production and the Dynamics of Land-Use Differentiation, *Urban Studies*, 16, 95-104.
- Scott A.J. (1980) *The Urban Land Nexus and the State*, Pion, London.
- Scott A.J. (1982) Production System Dynamics and Urban Development, *Annals of the Association of American Geographers*, 72, 185-201.
- Seidmann D.R. (1964) Report on the Activities Allocation Model, P.J. Paper 22, Penn Jersey Transportation Study, Philadelphia, Pennsylvania.
- Seidmann D.R. (1969) The Construction of an Urban Growth Model, Plan Report 1, Technical Supplement, vol. A, Delaware Valley, Regional Planning Commission, Philadelphia, Pennsylvania.



- Sharpe R., Brothie J.F., Ahern P.A. (1975) Evaluation of Alternative Growth Patterns for Melbourne, in Karlqvist A., Lundqvist L., Snickars F. (eds.) *Dynamic Allocation of Urban Space*, Sax on House, Westmead, Farnborough, Hants, England, 259-285.
- Sharpe R., Brothie J.F., Ahern P.A., Dickey J.W. (1974) The Evaluation of Alternative Growth Patterns in Urban Systems, *Computers and Operations Research*, 1, 345-362.
- Sheppard E. (1981) Spatial Economic Development in Capitalistic Economies, Paper presented at the Annual Meeting of the North American Regional Science Association, Montreal, November.
- Sheppard E. (1983a) Growth, Conflict and Crisis in the Urban System: A Neo-Marxian Approach to Modeling Inter-Urban Economic Dynamics, WP 83-00, IIASA, Laxenburg, Austria.
- Sheppard E. (1983b) Pasinetti, Marx and Urban Accumulation Dynamics, in Griffith D.A., Lea A.C. (eds.) *Evolving Geographical Structures*, NATO ASI Series D, n. 15, Nijhoff Publishers, The Hague, 293-322.
- Sheppard E. (1983c) Urban System Population Dynamics: Incorporating Non-Linearities, WP-83-34, IIASA, Laxenburg, Austria.
- Sikdar P.K., Karmeshu (1982) On Population Growth of Cities in a Region: A Stochastic Non-Linear Model, *Environment and Planning A*, 14, 585-590.
- Simon H.A. (1955) A Behavioral Model of Rational Choice, *Quarterly Journal of Economics*, 69, 99-118.
- Smith T.E. (1975a) An Axiomatic Theory of Spatial Discounting Behavior, *Papers of the Regional Science Association*, 35, 31-44.
- Smith T.E. (1975b) A Choice Theory of Spatial Interaction, *Regional Science and Urban Economics*, 5, 137-176.
- Smith T.E. (1976a) A Spatial Discounting Theory of Interaction Preferences, *Environment and Planning A*, 8, 879-915.
- Smith T.E. (1976b) Spatial Discounting and the Gravity Hypothesis, *Regional Science and Urban Economics*, 6, 331-356.
- Smith T.E. (1978a) A Cost-Efficiency Principle of Spatial Interaction Behavior, *Regional Science and Urban Economics*, 8, 313-337.



- Smith T.E. (1978b) A General Efficiency Principle of Spatial Interaction, in Karlqvist A., Lundqvist L., Snickars F., Weibull J.W. (eds.) *Spatial Interaction Theory and Planning Models*, North-Holland, Amsterdam, 97-118.
- Smith T.E. (1982) Random Utility Models of Spatial Choice: A Structural Analysis, Paper presented at the Workshop on Spatial Choice Models, April, IIASA, Laxenburg.
- Smith T.E. (1983) A Cost-Efficiency Approach to the Analysis of Congested Spatial Interaction Behavior, *Environment and Planning A*, 15, 435-464.
- Smith T.E., Papageorgiou Y.Y. (1982) Spatial Externalities and the Stability of Interacting Populations Near the Center of a Large Area, *Journal of Regional Science*, 22, 1-18.
- Snickars F. (1978) A Dynamic Stock-Flow Model of a Regulated Housing Market, in Karlqvist A., Lundqvist L., Snickars F., Weibull J.W. (eds.) *Spatial Interaction Theory and Planning Models*, North-Holland, Amsterdam, 157-175.
- Sonis M. (1983) Competition and Environment: A Theory of Temporal Innovation Diffusion, in Griffith D.A., Lea A.C. (eds.) *Evolving Geographical Structures*, NATO ASI Series D: Behavioural and Social Sciences, n. 15, Nijhoff, The Hague, 99-129.
- Spaventa L. (1970) Rate of Profit, Rate of Growth and Capital Intensity in a Simple Production Model, *Oxford Economic Papers*, 22, 129-147.
- Sraffa P. (1960) *The Production of Commodities by Means of Commodities*, Cambridge University Press, Cambridge, England.
- Steedman I. (1977) *Marx after Sraffa*, New Left Books, London.
- Steedman I., Sweezy P. (eds.) (1981) *The Value Controversy*, New Left Books, London.
- Steuer R.E. (1977) An Interactive Multiple Objective Linear Programming Procedure, in Starr M.K., Zeleny M. (eds.) *Multiple Criteria Decision Making*, North-Holland, Amsterdam, 225-239.

- Stubbs J.R., Barber B. (1970) Spatial Policies for Regional Development, Technical Report 10: The Lowry Model, American - Yugoslav Project, Ljubljana.
- Thom R. (1972) *Stabilité Structurale et Morphogenèse*, Benjamin, New York.
- Thünen von J.H. (1826) *Der isolierte Staat in Beziehung auf Landwirtschaft und National-ökonomie*, Hamburg [ 3rd vol., and new ed.: (1963), Hamburg ] [ English transl.: (1966) *The Isolated State*, Pergamon Press, New York ] .
- Thurstone L. (1927) A Law of Comparative Judgement, *Psychological Review*, 34, 273-286.
- Traffic Research Corporation (1964) Review of Existing Land Use Forecasting Techniques, Boston Regional Planning Project, Boston.
- Varian H.R. (1975) On Persistent Disequilibrium, *Journal of Economic Theory*, 10, 218-228.
- Webber M.J. (1979) *Information Theory and Urban Spatial Structure*, Croom Helm, London.
- Weber A. (1909) *Über den Standort der Industrien*, Verlag Mohr, Tübingen [ English trans.: (1957) *The Theory of the Location of Industries*, University of Chicago Press, Chicago ] .
- Wegener M. (1981) The Housing Market in the Dortmund Region: A Micro Simulation, in Voogd H. (ed.) *Strategic Planning in a Dynamic Society*, Delftsche Uitgevers Maatschappij, Delft, 127-138.
- Wegener M. (1982) A Multilevel Economic - Demographic Model for the Dortmund Region, *Sistemi Urbani*, 4, 371-401.
- Wegener M. (1983) Description of the Dortmund Model, Arbeitspapier 8, Institut für Raumplanung, Universität Dortmund, Dortmund.
- Weibull J.W. (1983) A Stock-Flow Approach to General Equilibrium with Trade Frictions, *Applied Mathematics and Computation*, (forth coming).



Weidlich W., Haag G. (1980) Dynamics of Interacting Groups with Application to the Migration of Population, *System for schung und Neuerungs-management*, 11, 114-123.

Weidlich W., Haag G. (1983) *Concepts and Models of a Quantitative Sociology*, Springer Verlag, Berlin.

White R.W. (1977) Dynamic Central Place Theory: Results of a Simulation Approach, *Geographical Analysis*, 9, 226-243.

White R.W. (1978) The Simulation of Central Place Dynamics: Two Sector Systems and the Rank-Size Distribution, *Geographical Analysis*, 10, 201-208.

Williams H.C.W.L. (1977) On the Formation of Travel Demand Models and Economic Evaluation Measures of User Benefit, *Environment and Planning A*, 9, 285-344.

Williams H.C.W.L., Wilson A.G. (1978) Dynamic Models for Urban and Regional Analysis, in Carlstein T., Parkes D., Thrift N. (eds.) *Time and Regional Dynamics*, Arnold, London, 81-95.

Williams H.C.W.L., Wilson A.G. (1980) Some Comments on the Theoretical and Analytical Structure of Urban and Regional Models, *Systemi Urbani*, 2, 203-242.

Wilson A.G. (1967) A Statistical Theory of Spatial Distribution Models, *Transportation Research*, 1, 253-269.

Wilson A.G. (1969a) Developments of Some Elementary Residential Location Models, *Journal of Regional Sciences*, 1, 377-385.

Wilson A.G. (1969b) Entropy, CES-WP-26, Centre for Environmental Studies, London.

Wilson A.G. (1969c) Notes on Some Concepts in Social Physics, *Papers of Regional Science Association*, 22, 159-193.

Wilson A.G. (1970a) *Entropy in Urban and Regional Modelling*, Pion, London.

Wilson A.G. (1970b) Generalising the Lowry Model, CES-WP-56, Centre for Environmental Studies, London.



- Wilson A.G. (1971) A Family of Spatial Interaction Models, and Associated Developments, *Environment and Planning*, 3, 1-32.
- Wilson A.G. (1974) *Urban and Regional Models in Geography and Planning*, Wiley, Chichester, U.K..
- Wilson A.G. (1976a) Catastrophe Theory and Urban Modelling: An Application to Modal Choice, *Environment and Planning A*, 8, 351-356.
- Wilson A.G. (1976b) Non-linear and Dynamic Models in Geography: Towards a Research Agenda, Working Paper 160, School of Geography, University of Leeds, Leeds, England.
- Wilson A.G. (1977) Recent Developments in Urban and Regional Modelling: Towards an Articulation of Systems' Theoretical Foundations, *Atti delle Giornate di Lavoro AIRO 1977*, Parma, volume 1, 1-28.
- Wilson A.G. (1978a) From Comparative Statics to Dynamics in Urban Systems Theory, Working Paper 218, School of Geography, University of Leeds, Leeds, England.
- Wilson A.G. (1978b) Spatial Interaction and Settlement Structure: Towards an Explicit Central Place Theory, in Karlqvist A., Lundqvist L., Snickars F., Weibull J.W. (eds.) *Spatial Interaction Theory and Planning Models*, North-Holland, Amsterdam, 137-156.
- Wilson A.G. (1978c) Towards Models of the Evolution and Genesis of Urban Structure, in Martin R.L., Thrift N.J., Bennett R.J. (eds.) *Towards the Dynamic Analysis of Spatial Systems*, Pion, London, 79-90.
- Wilson A.G. (1979a) Aspects of Catastrophe Theory and Bifurcation Theory in Regional Science, Working Paper 249, School of Geography, University of Leeds, Leeds, England.
- Wilson A.G. (1979b) Criticality and Urban Retail Structure: Aspects of Catastrophe Theory and Bifurcation, in Prigogine I., Schrive W.C. (eds.) *Proceedings International Conference on Dissipative Structures*, University of Texas Press, Austin, Tex., ....
- Wilson A.G. (1979c) Equilibrium and Transport Systems Dynamics, in Hensher D., Stopher P. (eds.) *Behavioural Travel Modelling*, Croom Helm, London, 164-186.
- Wilson A.G. (1981a) *Catastrophe Theory and Bifurcation. Applications to Urban and Regional Systems*, Croom Helm, London.



- Wilson A.G. (1981b) Some New Sources of Instability and Oscillation in Dynamic Models of Shopping Centres and other Urban Structures, *Sistemi Urbani*, 3, 391-401.
- Wilson A.G. (1983) Transport and the Evolution of Urban Spatial Structure, in *Atti delle Giornate di Lavoro AIRO 1983*, Guida, Napoli, 7-27.
- Wilson A.G., Clarke M. (1979) Some Illustrations of Catastrophe Theory Applied to Urban Retailing Structures, in Breheny M. (ed.) *Developments in Urban and Regional Analysis, London Papers in Regional Science*, 10, Pion, London, 5-27.
- Wilson A.G., Coelho J.D., Macgill S.M., Williams H.C. (1981) *Optimization in Locational and Transport Analysis*, Wiley, New York.
- Wilson A.G., Macgill S.M. (1978) A Systems Analytic Framework of Comprehensive Urban and Regional Modelling, Working Paper 209, School of Geography, University of Leeds, Leeds, England.
- Wilson A.G., Senior M.L. (1974) Some Relationships between Entropy Maximizing Models, Mathematical Programming Models, and their Duals, *Journal of Regional Science*, 14, 205-215.
- Wingo L. (1961) *Transportation and Urban Land, Resources for the Future*, Washington, D.C..
- Yu P.L. (1973a) Introduction to Domination Structures in Multicriteria Decision Problems, in Cochrane J.L., Zeleny M. (eds.) *Multicriteria Decision Making*, University of South Carolina Press, Columbia, . . . .
- Yu P.L. (1973b) A Class of Solutions for Group Decision Problems, *Management Science*, 19, 936-946.
- Zeleny M. (1974) *Linear Multiobjective Programming*, Springer Verlag, Berlin.
- Zeleny M. (1976) The Theory of the Displaced Ideal, in Zeleny M.(ed.) *Multiple Criteria Decision Making-Kyoto 1975*, Springer Verlag, Berlin, 151-205.





## WORKING PAPERS

- \*1 "Un modello urbano a larga scala per l'area metropolitana di Torino", *gennaio 1981*
- \*2 "Metodologie per la pianificazione dei parchi regionali", *gennaio 1981*
- \*3 "A Large Scale Model for Turin Metropolitan Area", *maggio 1981*
- 4 "An Application to the Ticino Valley Park of a Mathematical Model to Analyse the Visitors Behaviour", *luglio 1981*
- 5 "Applicazione al parco naturale della Valle del Ticino di un modello per l'analisi del comportamento degli utenti: la calibrazione del modello", *settembre 1981*
- 6 "Applicazione al parco naturale della Valle del Ticino di un modello per l'analisi del comportamento degli utenti: l'uso del modello", *settembre 1981*
- \*7 "Un'analisi delle relazioni esistenti tra superficie agricola utilizzata ed alcune principali grandezze economiche in un gruppo di aziende agricole piemontesi al 1963 e al 1979", *settembre 1981*
- 8 "Localizzazione ottimale dei servizi pubblici, con esperimenti sulle scuole dell'area torinese", *settembre 1981*
- 9 "La calibrazione di un modello a larga scala per l'area metropolitana di Torino", *ottobre 1981*
- 10 "Applicazione al parco naturale della Valle del Ticino di un modello per l'analisi del comportamento degli utenti: l'individuazione di un indicatore di beneficio per gli utenti ed una analisi di sensitività su alcuni parametri fondamentali", *ottobre 1981*
- 11 "La pianificazione dell'uso ricreativo di aree naturali: il caso del parco della Valle del Ticino", *novembre 1981*
- \*12 "The Recreational Planning of Country Parks: the Case Study of the Ticino Valley Park", *marzo 1982*
- 13 "Alcuni aspetti della calibrazione di un modello dinamico spazializzato: il caso del modello dell'area metropolitana torinese", *settembre 1982*
- \*14 "L'applicazione di un modello dinamico a larga scala per l'area metropolitana di Torino: la calibrazione", *novembre 1982*
- 15 "Modello commerciale Piemonte", *novembre 1982*
- 16 "Resource allocation in multi-level spatial health care systems: benefit maximisation", *dicembre 1982*
- 17 "Relazione sulla struttura e sulla dinamica del settore elettromeccanico piemontese", *dicembre 1982*
- 18 "Evoluzione della finanza locale in Piemonte e in Italia 1977 - 1981", *febbraio 1983*
- 19 "Un metodo per l'analisi di scenari multidimensionali in ordine alle relazioni tra domanda di trasporto e variabili strutturali dei sistemi economici e territoriali", *febbraio 1983*
- 20 "Modello commerciale Piemonte", *marzo 1983*
- 21 "Calibrating the residential location submodel of the simulation model for the Turin metropolitan area", *giugno 1983*
- 22 "Dinamiche spaziali dell'area metropolitana di Torino negli ultimi tre decenni", *giugno 1983*
- 23 "Struttura economica delle imprese del dettaglio alimentare in Piemonte — prime valutazioni", *luglio 1983*
- 24 "The dynamics of Turin metropolitan area: a model for the analysis of the processes and for the policy evaluation", *agosto 1983*
- 25 "Un'analisi, con il modello RAMOS, della struttura spaziale del servizio sanitario regionale: il caso del Piemonte", *settembre 1983*
- 26 "Manuale per l'uso del modello RAMOS (Resource Allocation Model Over Space)", *settembre 1983*
- 27 "The spatial dynamics of the Turin metropolitan area: an analysis of the last three decades", *ottobre 1983*
- 28 "Un modello del sistema urbano di Torino: alcune valutazioni di un'esperienza modellistica", *novembre 1983*
- 29 "Il conto economico dei comparti manifatturieri piemontesi, 1980 — Elaborazioni su dati rilevati dall'ISTAT sul Prodotto Lordo delle imprese manifatturiere con sede sociale in Piemonte", *novembre 1983*







*ires*

ISTITUTO RICERCHE ECONOMICO - SOCIALI DEL PIEMONTE  
VIA BOGINO 21 10123 TORINO